Anno VI. TORINO, Novembre 1912. Num. 11.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**

presso la Società Fotografica Subalpina

Abbonamento per l'Italia e l'Estero L. 12 all'anno

Un fascicolo separato L. 1.

Deposito **per l'Italia:** Ditta G. B. Paravia e Comp. (Figli di I. Vigliardi-Paravia)
Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.

TORINO
Stabilimento Tipografico G. U. Cassone succ.
Via della Zecca, 11.

1912.

SOCIETÀ ASTRONOMICA ITALIANA = TORINO =

Via Maria Vittoria, N. 23

presso la **SOCIETÀ FOTOGRAFICA SUBALPINA**

Fondata nel 1906

Consiglio Direttivo

Presidente: Prof. P. CAMILLO MELZI D'ERIL - Firenze, Osservatorio Geodinamico della Querce.

Vicepresidente: Prof. NICODEMO JADANZA - Torino, via Madama Cristina, 11.

Segretario: Dott. GUIDO HORN - Bologna, R. Osserv. dell'Università.

Consiglieri: Dott. VINCENZO CERULLI - Roma, via Palermo, 8 — Geom. ILARIO SORMANO - Torino, corso Castelfidardo, 25 — Prof. Ing. OTTAVIO ZANOTTI BIANCO - Torino, via Della Rocca, 28.

Tesoriere: Dott. FELICE MASINO - Torino, via Maria Vittoria, 6.

Bibliotecario: N. N.

Servizio della Rivista

Direttore: Dott. VINCENZO CERULLI.

Segretario: Dott. FIORENZO CHIONIO.

Nebulosa anulare nella Lyra (M. 57) e tracce spiraliformi nelle sue vicinanze

Disegno di Dorotea Klumpke-Roberts

Anno VI. Torino, Novembre 1912. Num. 11.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

(edito dalla stessa)

La nebulosa anulare della Lyra

Da qualche decennio si agita fra gli astronomi la quistione se le nebule anulari formino categoria a parte o se rientrano anch'esse nella famiglia delle nebule spirali, famiglia ormai così numerosa da far quasi ritenere che la spiralità sia un attributo essenziale della materia nebulosa. Si è pensato da parecchi che l'assenza apparente di spire potesse spiegarsi coll'ipotesi che esse si trovino, presso talune nebulose, all'estremo della visibilità e siano per conseguenza, tutt'ora inaccessibili ai nostri telescopi. Potrebbe anche darsi che delle spire di talune nebulose non esistessero che dei frammenti, i quali l'occhio dell'osservatore non riesce ad integrare in una sensazione certa. Potrebbero, in terza ipotesi, le spire aver cessato di esistere allo stato di materia nebulare e subìto un condensamento che non le fa più distinguere dalle ordinarie stelle. Se così fosse, le nebule anulari rappresenterebbero nell'evoluzione celeste uno stadio più progredito che le spirali, onde si vede che la scoperta delle spire o di quant'altre formazioni si prestino ad essere interpretate come avanzi delle medesime, sia opera di massima importanza dal punto di vista cosmogonico.

Le prime ricerche di questo genere si son fatte sopra la celebre nebula della Lyra che è la più cospicua fra le anulari. Già col riflettore di lord Rosse si erano visti dei filamenti o processi nebulari, attaccati all'estremità dell'ovale e propriamente nei termini dell'asse minore, là dove il lembo della nebula mostra, anche in piccoli cannocchiali, dei massimi di lucentezza. Inoltre parecchi osservatori avevano effettivamente avvertito dei veri e propri accenni a struttura spirale nella parte interna e meno luminosa dell'anello. Ma erano sensazioni vaghe ed incontrollabili, sulle quali non poca presa poteva avere l'elemento sogget-

tivo. Documenti ineccepibili in questo campo può darli solo la fotografia, non solo perchè accumula la sua azione e la moltiplica per il tempo di posa, ma anche per la prevalenza che nei deboli lucori nebulari hanno i raggi di piccola lunghezza d'onda. Per risolvere dunque il problema, Schäberle pensò giustamente essere indispensabile l'impiego della fotografia ed a questa ricorse, ottenendo subito dei risultati favorevoli all'ipotesi della spiralità.

« Se il limite esterno della nebulosa, scrive egli *), rappresenta l'elongazione massima raggiunta dalle correnti interne, e se la distribuzione della materia della nebula risulta dall'azione della gravità, in tal caso la teoria esige che a distanze ancora maggiori, dall'origine, s'incontrino correnti esterne. Per veder queste occorrono istrumenti di gran potenza, poichè le particelle nebulari si presentano ivi alla spicciolata e non si rinforzano vicendevolmente come quelle delle correnti interne. Le fotografie di lunga posa da me eseguite in diverse epoche, in condizioni ordinarie di atmosfera, mi avevano mostrato sotto diversi angoli di posizione molte striscette nebulose volgenti la concavità verso la nebula centrale. Ma la notte del 21 agosto 1903, essendo l'aria straordinariamente serena e tranquilla, furono fatte fotografie da 2 minuti a 36 di posa, le quali mi rivelarono che non soltanto le diverse particelle nebulose esterne, ma benanche tutte le stelle attorno alla nebula, formano parte di una stessa grande spirale, di cui la nebula anulare rappresenta il nodo centrale. La curvatura generale di queste correnti di materia è infatti chiaramente quella di una spirale, il cui massimo diametro visibile è di circa 1/4 di grado ».

Schäberle conchiude così : « Io ho avuta l'impressione che se le correnti esterne rilucessero un poco di più, ne risulterebbe una struttura simile a quella della nebula dei *Cani da caccia*, il nucleo di quest'ultima potendo, alla sua volta, essere riguardato come una piccola nebulosa anulare ».

***

Non sembra però che le fotografie di Schäberle avessero per tutti lo stesso grado di suggestività che per lui. Avendone egli pubblicati degli ingrandimenti nell'*Astronomical Journal* (1903), il prof. H. C. Vogel ebbe agio di esaminarli e giunse ad un risultato affatto opposto a quello di Schäberle. « Da queste fotografie » son sue parole **) « non mi è

*) *Astronomical Journal*, n. 547, p. 81.

**) *Astrophysical Journal*, 1906, p. 384.

stato punto possibile di convincermi della esistenza della pretesa struttura spirale ». E fra gli avversari della spiralità della nebula possiamo mettere anche Keeler, il grande scopritore di nebule spirali, abbenchè egli solo indirettamente ne tocchi in un articolo delle *Astronomische Nachrichten* *), ove opina che *naturalmente* debbano esservi nebule compatte e non spiraliformi, e cita ad esempio appunto la nebula della Lyra, nonchè quella della Volpecola.

Disponendo della grande collezione delle fotografie celesti di Isacco Roberts, fatte col riflettore di 20 pollici a Starfield, la scrivente ha tentato di formarsi un giudizio proprio circa l'attendibilità della scoperta di Schäberle.

Ben 14 lastre di Roberts concernono la regione della nebula della Lyra, ma fra esse la più ricca di particolari preziosi è quella del 20 agosto 1895, la cui posa fu di 2 ore. Nel registro in cui teneva nota dei propri lavori, Roberts che aveva ben riconosciuta l'importanza di questa lastra, ha apposto a lato del numero d'ordine di essa, l'annotazione « Enlarge ». Ma non ebbe ulteriormente agio di occuparsene, onde l'ingrandimento in parola è stato fatto appena in questi ultimi tempi e dalla scrivente.

Il fotogramma essendo, come si è detto, di lunga posa, molti dettagli della struttura dell'anello sono andati perduti, ma in compenso sono stati messi in luce una quantità di frammenti adiacenti alla gran nebula, i quali in fotografia di più breve posa non apparirebbero.

Grande è il loro numero, ma non si presentano isolatamente, bensì aggregati in dieci gruppi, che stanno tutti dalla stessa parte (West) della nebula anulare, cioè fra questa e la variabile β *Lyrae*. È anche da osservare che molti frammenti hanno a prima vista l'aspetto di ordinarie stelline ed occorre un esame abbastanza accurato per accorgersi che sono avvolte in nebulosità.

Di tutte queste particelle di nebulosa la scrivente ha misurato sulla lastra la posizione, deducendone poscia le coordinate sferiche, ma non è qui il luogo di produrre il risultato di tali calcoli. Basta che con la figura qui annessa il lettore possa formarsi un'idea della posizione dei 10 gruppi.

Il gruppo più centrale comprende, oltre la nebula principale, 24 frammenti strettamente aderenti ad essa. La detta nebula principale è deno-

*) N. 3601.

tata nella figura con la sigla M 57, per essere essa la 57ª del celebre catalogo di Messier. Il suo asse maggiore misura 92″, il minore 71″.

Segue, in ordine di distanza, il gruppo β diretto verso NW. Il frammento principale di questo gruppo, che è quello rappresentato nella figura, fu scoperto visualmente da Barnard al 36 pollici dell'Osservatorio Lick, ma non è il più cospicuo sulla lastra, quantunque si estenda per circa 40″. Ha un nucleo di 15ᴹ. I noduli nebulosi componenti il gruppo β sono 12.

Il gruppo α contiene 14 frammenti, il principale fra cui è più lucido del β di Barnard e si estende in semicerchio da W a E per circa 70″. Questo frammento aderisce strettamente ad una stellina di 13ᴹ, che lo termina a sud quasi impedendogli di maggiormente espandersi verso quella parte.

Seguono: il gruppo		con		frammenti:	estensione
	γ	con	12	frammenti: estensione	50″
»	δ	»	2	»	30
»	η	»	2	»	40
»	ι	»	2	»	40
»	ε	»	3	»	45
»	ζ	»	2	»	180
»	ϑ	»	13	»	80

Nella figura abbiamo rappresentato, oltre i gruppi di piccole nebule e stelline nebulose, anche le linee di massima distribuzione delle innumerevoli stelle che circondano la nebula anulare. Chi considera il *cliché* di Roberts con qualche attenzione, si accorge subito che le dette stelle non stanno sparse alla rinfusa, ma obbediscono innegabilmente ad una legge. Seguendo con l'occhio gli spazi curvilinei relativamente vuoti di stelle, si riesce, forse nel modo più facile, ad isolare e riconoscere a parte le linee di massimo agglomeramento stellare così come io le ho tracciate nella figura. Tale disposizione delle nostre stelle e gruppi di nebule, è evidentemente quella di una gran spirale, intersecata qua e là da piccoli vortici, i gruppi β ed η appartenendo ad un arco spirale interno, ed i gruppi δ γ α ϑ ad uno più esterno.

In conchiusione, dunque, ci sembra poter ritenere che il fotogramma di Roberts confermi in qualche modo l'opinione enunciata dallo Schäberle in base alle fotografie sue proprie, e che quindi un ulteriore progresso di penetrazione fotografica debba riuscire a porre la spiralità della nebula della Lyra fuori questione.

By-Thomery, giugno 1912.

DOROTEA KLUMPKE ROBERTS.

SPIEGAZIONI

per l'intelligenza dei principali elementi del Sistema Solare

(*Continuazione, vedi num. precedente pag. 693-707*).

§ 3. — La distanza del Sole.

Il concepire sommariamente un modo di misurare la distanza che ci separa dal Sole non è cosa che richieda uno sforzo soverchio della mente nè una gran vastità di cognizioni e di premesse. A questa concezione si arriva subito riconducendo il pensiero alle misure lineari terrestri indirette praticate per le distanze inaccessibili (l'altezza di un campanile, la larghezza di un fiume, ecc.) e per le quali vengono in soccorso alle misure lineari le misure angolari. Queste sugli oggetti celesti sono non soltanto eseguibili, ma si eseguiscono continuamente: con esse principiò la scienza astronomica fino dalla più remota antichità, e con esse persevera nel suo cammino. Combinando le misure angolari degli oggetti celesti (i quali ci figurano quelli inaccessibili terrestri, come p. es., il vertice di un campanile) colla misura lineare del raggio terrestre ρ si ha la distanza R del Sole in misura lineare, addirittura in misura metrica. Sia ora S il centro del Sole (fig. 2), T quello della Terra, A un punto della sua superficie: sarà $AT = \rho$ il raggio terrestre quale ci viene dato dai geodeti, $AS = R$ la distanza che cerchiamo, e $\pi_\odot$ l'an-

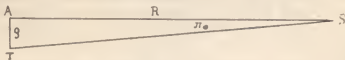



Fig. 2.

golo da misurare. Evidentemente sotto questo angolo sarebbe veduto il raggio terrestre dal centro del Sole ed esso è detto la *parallasse solare*. Se noi ora immaginiamo R più grande di quello segnato nella figura, ossia il Sole più remoto, sarà $\pi_\odot$ più piccolo, e per contrario più grande se il Sole ci si avvicinasse. Inonde nella determinazione di R tutto di-

pende da $\pi_\odot$, perchè quanto a ρ lo si ha già con una grande esattezza trattandosi di cosa terrestre. Fintantochè riteniamo $\rho = 1$ ci dispenseremo dal pensare alla sua misura, di cui diremo di poi, ed intanto potremo esprimere R in raggi terrestri. Ed accettando come fatta la misura di $\pi_\odot = 8''.80$ sarà per la formola trigonometrica che stabilisce essere il rapporto fra i due cateti A T ed A S eguale alla tangente di $\pi_\odot$:

$$\mathrm{tg}\,\pi_\odot = \frac{\rho}{R}$$

da cui:

$$R = \rho/\mathrm{tg}\;8''.80.$$

La tangente di un angolo così piccolo è tutt'uno coll'arco; l'arco di 1" è uguale alla 206265ª parte del raggio a cui appartiene, quindi potremo scrivere:

$$\mathrm{tang}\;8''.80 = \frac{8''.80}{206\,265}$$

$$R = \frac{\rho \times 206\,265}{8''.80}$$

da cui:

$$R = 23439.2\,\rho$$

Se ammettiamo che sia $\pi_\odot = 8.81$ sarà:

$$R = 23412.6\,\rho$$

con una differenza di $26.6\,\rho$. Ma intorno a $\pi_\odot$ già si sa come gli sia quasi assicurata la terza cifra per cui possiamo ritenere della sua incertezza la metà di 0".01 e quindi la differenza si riduce a $13.3\,\rho$. Mettendo questo numero in rapporto con 23 mila si ottiene una frazione di questa specie 1/1729 che dice essere l'incertezza all'incirca il duemillesimo, ovvero sia la metà di un millesimo, tanta quanta mezzo millimetro su di un metro. Questo è indubitatamente un bel risultato.

Ma ora noi volendo spingere la nostra curiosità al voler conoscere R in misura metrica, entro questo limite, dovremo ricorrere al valore di ρ quale ci è dato dai geodeti. Ma la nostra curiosità può spingersi ancora al voler sapere come quelli possono fare ad avere ρ che è pur esso inaccessibile, per cui prima daremo un'idea anche di questa misura. Fac-

ciamo l'ipotesi che la Terra sia sferica, ipotesi plausibile per noi per spiegare brevemente la cosa. Ciò posto la questione si riduce a quella di paragonare la misura angolare di un arco di meridiano colla sua misura lineare fatta con qualsivoglia unità di lunghezza, e tale paragone darà la lunghezza di un grado. Ed avendone la circonferenza 360° ne sapremo tutta la sua misura lineare, e poscia colla ben nota formola:

$$\text{Circonf.} = 2\pi\rho$$

si avrà la lunghezza lineare del raggio.

Sieno ora A e B (fig. 3) due luoghi della Terra sullo stesso meridiano, saranno C A e C B le direzioni delle loro verticali. Le visuali dirette ad uno stesso astro culminante in quel meridiano saranno parallele, cioè avranno una direzione unica A S identica a B S e saranno z e z' le distanze zenitali dell'astro rispettivamente al luogo A ed al luogo B. Ora conducendo la C D parallela pur essa alle altre due, riesce di tutta evidenza che l'angolo in C al centro della Terra è uguale a $z + z'$; e sarebbe uguale a $z - z'$ se la C D cadesse fuori dell'angolo A C B; dunque la somma o la differenza delle due distanze zenitali ci dà il numero dei gradi contenuti nell'angolo al centro C. Misurando poscia A B in unità lineari, il rapporto di queste unità con C gradi darà evidentemente la lunghezza lineare di un grado. Le misure lineari di archi di meridiano furono fatte coll'unità *tesa*, che è circa 2 metri (1) tanto in prossimità dell'equatore al Perù, quanto in prossimità del polo in Lapponia, e ciò per lo scopo di verificare quello che presagivano le vedute teoriche, cioè la forma elissoidica della Terra, gonfia all'equatore e schiacciata ai poli. Inoltre si voleva di poi che il quadrante dell'elissi

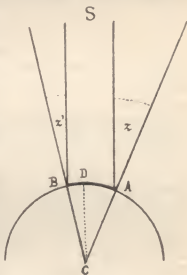



Fig. 3.

(1) Precisamente m. 1.9490 come si può verificare in più luoghi p. e. nell'*Annuaire* 1911, pag. 576 in cima

meridiana, computata in tese, fosse ripartito in 10 milioni di parti e che una di esse venisse a costituire l'unità di misura lineare prototipa, accettabile da tutta l'umanità perchè imparzialmente dedotta dalla Terra, la madre comune (1).

Il prototipo fu creato a Parigi, con legge 19 frimaire anno VIII della Republica francese (10 dicembre 1799) con una sbarra di platino da custodirsi negli Archivi di Stato, ed aveva la lunghezza,

$$\lambda = 0.51307$$

di tesa (2), di quella adoperata nelle misurazioni dell'arco di meridiano del Perù, e tale prototipo ebbe nome *metro*. In seguito riprendendo la discussione delle misure antiche, discutendo le nuove, e calcolando nuovi elementi dell'elissoide terrestre si rilevò che λ era contenuto nel quadrante della nuova e più perfezionata elissi meridiana 10 000 856 volte, laonde il metro ideale che si contenesse in questa soltanto 10 000 000 di volte, ovvero sia 856 volte di meno, avrebbe dovuto essere più grande 0.0000856 di metro, cioè circa un decimo di millimetro. Non valeva certo la pena di mutare il prototipo per così poco, esso fu mantenuto e diffuso con speciali accordi fra tutte le nazioni civili (3). Sic-

(1) Tale era la veduta della Rivoluzione francese lusingata di trarre dalla Terra un'unità di misura perfetta, invariabile, facile ad essere verificata in ogni tempo e luogo da chiunque; vana lusinga chè è nota ad ognuno l'imperfezione dei nostri sensi e mezzi d'indagine per cui sono inevitabili gli errori di osservazione, e per essi è inevitabile il diverso risultato nella ripetizione di ogni quantità misurata. Ma bisogna credere che dell'idea generale di quell'epoca, quella della rigenerazione di ogni cosa, coaicchè non si doveva più misurare colle antiche misure, non più pesare cogli antichi pesi, non più pagare colle vecchie monete, e via dicendo, di quell'idea se ne impadronissero i sommi scienziati di allora facendone un fine che conducesse in pari tempo a nuove e più esatte misure terrestri, anzi per questo respinsero una primitiva e vecchia veduta di trarre l'unità di misura dalla lunghezza del pendolo che batte il secondo sessagesimale di tempo medio. Su questa *Istoria* già nota null'altro aggiungerò, ma però devo chiudere notando siccome all'unità lineare, metro, dovevano trovarsi collegate le unità di superficie, di volume, e di peso. Tutti sanno che per quest'ultimo fu scelto il peso d'acqua di un cubo avente un decimo di metro di lato, creando così il chilogrammo: ed il nome vale quanto mille-grammi, ossia mille cubetti di un centimetro di lato. Notizie intorno al chilogramma prototipo si possono vedere nell'*Annuaire* 1911 pag. 568, in nota.

(2) *Annuaire* 1911, a piè di pag. 576.

(3) Qui merita che diciamo che oltre i multipli del metro a tutti notissimi esistono le unità metriche *miglio geografico italiano*, e *miglio geografico tedesco*. Il primo è di 60 al grado così che esso torna eguale al minuto primo del quadrante ellittico, il secondo è di 15 al grado, ma del quadrante di equatore. Se si divide il numero 10 000 856, prima per 90, poscia per 60 troveremo che il miglio geografico italiano è m. 1852,01037. Cfr. MARTINI: *Metrologia*, pag. 588 (Roma). Se si divide per 4 il numero dato da Albrecht, nelle sue tavole logaritmiche a 5 cfr, per il miglio geografico tedesco, metri 7420,439 si ottiene, m. 1855,10975, così che la differenza fra il minuto primo dell'equatore e quello del meridiano importa m. 3,09938

come dunque esso soddisfa alla condizione di esser contenuto 40 milioni di volte nella circonferenza terrestre e siccome per noi è superfluo curarsi dell'elitticità del meridiano, avremo il raggio terrestre come segue:

$$\rho = \frac{40\,000\,000}{2\pi} = 6366 \text{ km.}$$

Bessel diede per i due semiassi dell'elissoide terrestre:

$$a = 6377 \text{ km.}$$
$$b = 6356$$

laonde si vede che il nostro numero è un medio di questi due.

Ed ora siamo in grado di avere R in chilometri; scriveremo

$$R = 23439.2 \times 6366$$

e ne ricaveremo in cifra tonda 149 milioni di km.

In un anno si contengono ore $365 \times 24 = 8760^h$. Moltiplicando questo numero per 115 si ottiene circa 1 milione ciò che sta a dire, che un aeroplano che potesse volar sempre colla velocità di 115 km. all'ora, farebbe un milione di chilometri all'anno, ed impiegherebbe 149 anni per arrivare al Sole; in numeri tondi, diremo, un secolo e mezzo.

***

Adesso ci resta a ricordare un modo di misura di $\pi_\odot$. I modi sono parecchi e furono anche assai bene enumerati nella *Rivista Astro-*

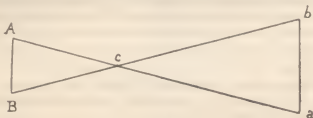



Fig 4.

nomica, anno III, 1909, pag. 53, ma qui vogliamo esporre quello del passaggio di Venere sul disco del Sole, che si presta più facilmente ad essere inteso, mettendovi a riscontro un fatto terrestre. A tutti è dato

di rilevare il fatto che passando da un punto A ad un punto B noi proietteremo il punto C, che dista p passi, sopra il piano di una fabbrica distante $p + p'$, negli altri due punti $a\ b$, e siccome nessuno ignora l'antico teorema di geometria per cui nei due triangoli A B C, $a\ C\ b$ le basi stanno come le altezze possiamo scrivere questa proporzione

$$A\,B : a\,b = p : p' \qquad [1]$$

e questa ci darebbe uno dei quattro termini, noti che fossero gli altri tre.

Ciò che abbiamo supposto che avvenga in piano orizzontale si verifica naturalmente anche nel verticale ed a qualunque distanza anche

Fig. 5.

fuori della Terra. Supponiamo che A e B sieno due punti della superficie terrestre collocati alle due estremità di un diametro su cui si ritrovino due osservatori, ed in V si ritrovi Venere che passa davanti al disco del Sole S. L'osservatore A vedrà Venere percorrere la corda $c\,c_1$ durante un tempo t_1 e B la corda $c_2\,c_3$ durante il tempo t_2. E poichè si sa come si muove Venere rispetto al Sole (chè ormai da lungo tempo esistono le tavole dei moti del sistema planetario) si sa anche stabilire il tempo t che impiegherebbe Venere a percorrere la corda massima, diametro solare, all'istante delle osservazioni. Evidentemente allora i rapporti t_1/t t_2/t fra i tempi osservati ed il tempo calcolato t rappresenteranno i rapporti di grandezza delle due corde al diametro del Sole. Saranno cioè quei due rapporti frazioni di qualsiasi unità scelta ad arbitrio per rappresentare il diametro del Sole e per disegnare in scala un cerchio in cui inscrivere le due corde. Il disegno darà allora la distanza $a\,b$ in parti della scala, cioè in frazione della medesima, così che se essa tutta è s parti, e per $a\,b$ se ne desumono n, sarà detta frazione n/s. Ora siccome è dato il diametro angolare del Sole per il momento delle osservazioni, circa 32′ (*Ann.* 1912, pag. 246) il prodotto $32'\,n/s$ ci fornirà la misura angolare reale di $a\,b$ come è vista dalla

Terra e come occorre per essere introdotta nella proporzione [1] scritta qui sopra. Ricordando adesso la terza legge di Keplero (1) che dice essere i quadrati delle rivoluzioni siderali dei pianeti come i cubi delle loro distanze dal Sole, avremo che il quadrato di $365^g.24$ rivoluzione siderale della Terra starà al quadrato di $224^g.70$ rivoluzione siderale di Venere, come T S cubo starà al cubo di V S (fig. 5); ovvero ponendo T S = 1,

$$1 : \overline{VS}^3 = (365.24)^2 : (224.70)^2$$

da cui si ricava

$$VS = 0.72$$

e conseguentemente

$$TV = 1 - 0.72 = 0.28$$

ed allora la [1] diventa:

$$AB : ab = 0.28 : 0.72$$

$$AB = 0.39\, ab \qquad [2]$$

Se dunque dalla Terra si giunge a stabilire in misura angolare *ab*, si ottiene poscia quella di A B la quale altro non è se non il diametro angolare terrestre veduto dal Sole, e quindi è il doppio della parallasse solare, cioè $2\pi\odot$.

I due passaggi consecutivi del 1761 e 1769 furono i primi osservati per questo scopo e condussero ad un risultato prossimo a 17".6 che è il valore attuale, cioè il doppio di 8".80.

Per semplicità abbiamo supposto che i due osservatori si trovino alle estremità di un diametro della Terra, ma si comprenderà che ciò non è indispensabile e che i luoghi possono essere comunque fra quelli per cui il passaggio è visibile, e possono essere in qualsiasi numero chè poi è còmpito del calcolo pervenire ad un unico risultato, quello più probabile. Il calcolo terrà il luogo del disegno da noi supposto per semplicità e speditezza di spiegazione. Parimenti si avvertirà che le due corde $c\,c_1$ $c_2\,c_3$ non saranno mai così lontane quanto le abbiamo disegnate. Infatti facendo nella [2] A B = 17".6 avremo

$$ab = \frac{17''.6}{0.39} = 44''$$

(1) V. § 1 nota a pag. 702.

cioè *a b* non arriva a 3,4 di minuto primo mentre il diametro del Sole ne conta 32. E saranno anche quelle corde in generale dalla stessa parte del centro del Sole, e si comprende che la loro posizione più vicina o più lontana dal centro ha una grande influenza sui risultati. Inoltre i passaggi di Venere sono rari, due in ogni secolo con otto anni d'intervallo fra loro. Ma già si sa che vi sono altri modi parecchi per la determinazione sempre più perfetta di $\pi \odot$.

*
* *

Aggiungeremo che noi abbiamo considerato R come raggio di un cerchio descritto dalla Terra intorno al Sole, mentre che la medesima percorre un'orbita elittica con 1/60 di eccentricità, laonde R varia fra un massimo, $R(1 + 1/60)$ detto distanza afelia, ed un minimo $R(1 - 1/60)$ detto distanza perielia, e conseguentemente R è una distanza media fra queste due. Nella fig. 2 la posizione S del Sole rispetto al luogo A corrisponde a quella sull'orizzonte, di più ρ è il raggio equatoriale terrestre, per cui il valore di π corrispondente a queste condizioni è detto *la parallasse orizzontale equatoriale* del Sole alla distanza media, ed è stato fissato, per ora, eguale a 8''.80 salvo a provvedere col tempo alle decimali successive (1). Colla cognizione dei valori particolari di R, di ρ e della posizione del Sole nel cielo in un dato luogo ed in un dato momento, si passa dal valore costante 8''.80 a quello variato che conviene per ridurre come si deve l'osservazione del luogo al centro della Terra, o come si suol dire astronomicamente, per correggerla della parallasse e farla geocentrica.

§ 4. Il peso del Sole.

Supponiamo per un momento che si possa portare successivamente uno stesso corpo C alla stessa distanza prima dal Sole poi dalla Terra. Esso quando sarà attirato dal Sole vi cadrà con un'accelerazione proporzionale alla massa del Sole, e quando sarà attirato dalla Terra cadrà sulla medesima coll'accelerazione proporzionale alla massa terrestre; ora chi vi ha che non pensi siccome le due accelerazioni possono dire quanto più grande è la massa del Sole rispetto a quella della Terra?

Ma non è necessario porre il corpo C alla stessa distanza dal Sole e dalla Terra perchè abbiamo il modo di tener conto col calcolo del

(1) Cfr. *Rivista di Astronomia*, V, 345.

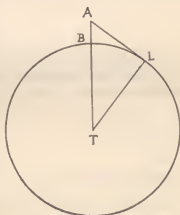
diverso effetto dell'attrazione a distanze diverse, regolandoci appunto sul dato che l'azione della forza attrattiva è inversamente proporzionale al quadrato della distanza. Prendiamo dunque per il corpo C la Luna L. E sia in T la Terra e poniamo che l'orbita lunare sia un cerchio, ciò che per noi qui è più che sufficiente.

La causa per cui la Luna anzichè andarsene con moto uniforme per una linea retta è obbligata a descrivere una curva intorno alla Terra risiede nell'attrazione costante della medesima che le imprime un'accelerazione come fa coi gravi cadenti alla sua superficie. Pertanto la Luna devia continuamente dalla retta che rappresenta la tangente al cerchio che ha per raggio la distanza Luna-Terra e cade in ogni istante senza posa sulla circonferenza del cerchio medesimo. Ad un dato momento si trovi la Luna in L colla sua propria velocità L A, un secondo di poi sarà in B. A partire dal punto L possiamo considerare il movimento composto delle due influenze: la velocità L A e l'attrazione T. Se immaginiamo quest'ultima per un momento rimossa, la Luna passerà in un secondo da L in A colla velocità L A seguendo la tangente, ma se allora subito agisce l'attrazione T l'effetto non può essere altro che quello di una caduta della Luna da A nel punto B dove deve realmente trovarsi un secondo dopo oltrepassato L. Per essere L B un arco infinitamente piccolo (1) esso è tutt'uno col segmento $L A = e$ della tangente, ed allora ponendo $A B = x$ $B T = r$ avremo col teorema di Pitagora

Fig. 6.

$$(r + x)^2 = e^2 + r^2$$

e sviluppando

$$r^2 + 2 r x + x^2 = e^2 + r^2$$

(1) Infatti in un'intera circonferenza si contengono tanti secondi d'arco quanti nel numero seguente, $360 \times 60' \times 60'' = 1.296.000$ e nella rivoluzione siderale della Luna $27^d\ 7^h\ 43^m\ 11^s5$ abbiamo questo numero di secondi di tempo solare medio: 2.360.592; il quoziente fra quei due numeri di secondi è 0.55, ed è lo spostamento angolare della Luna in un secondo. Va da sè che in misura lineare sarebbe grande, ma nell'orbita della Luna si confonde colla tangente.

La quantità x è intuitivamente piccolissima (1) rispetto al raggio r dell'orbita lunare, una piccolissima frazione del medesimo, ed il suo quadrato è una frazione ancora più piccola che trascurandola non muta sensibilmente il primo membro della superiore equazione, e perciò scriveremo

$$r^2 + 2\,r\,x = r^2 + v^2$$

Allora da questa abbiamo,

$$x = \frac{v^2}{2\,r}$$

La x rappresenta lo spazio percorso dalla Luna in un secondo cadendo sulla Terra similmente come s rappresenta quello dei gravi cadenti, nella formola [3] del § 1 che per $t = 1$ si presenta così:

$$s = g : 2$$

e da cui si ha

$$2\,s = g.$$

Paragonando questa con

$$2\,x = \frac{v^2}{r} \qquad [1]$$

veniamo a concludere che nel caso della Luna l'accelerazione $2\,x$ è rappresentata dal quadrato della velocità nell'orbita diviso per il raggio dell'orbita stessa. Siccome osservazioni astronomiche secolari ci hanno portato a cognizione esatta della rivoluzione siderale della Luna, siccome altre sulla sua parallasse ci hanno data la distanza, e siccome in fine le osservazioni geodetiche ci danno il raggio terrestre in metri, noi potremo esprimere v ed r in numeri e ricavare il valore di $2\,x$ in metri, similmente come è stato ricavato il valore

$$2\,s = g = 9.8\,m$$

alla superficie della Terra per i gravi cadenti.

Dall'*Annuaire* 1912 alle pag. 191, 276, 278 troveremo, entro le cifre che bastano al nostro scopo, i dati seguenti:

(1) Cfr. la nota (1) di pag. 772 qui appresso.

Semigrand'asse dell'elissoide terrestre di Clarke

$$\rho = 6378 \times 10^3\ m$$

Rivoluzione siderale della Luna

$$t = 27^g\ 7^h\ 43^m = 27.32 \text{ giorni.}$$

Distanza della Luna dalla Terra

$$r = 60.27\ \rho.$$

Ora si dirà, che

$$v = \frac{\text{Circonf.}}{t} = \frac{2\pi r}{t}$$

e quindi

$$2x = \frac{4\pi^2 r}{t^2}. \qquad [2]$$

E venendo al calcolo numerico scegliamo per unità di tempo il minuto primo in luogo del secondo, ciò che porta istessamente a buona conclusione mentre evita di aver a che fare con numeri troppo piccoli. Essendo che un giorno contiene 1440 minuti di tempo avremo che,

$$t = 27^g.32 \times 1440^m$$

e quindi

$$2x = \frac{4\pi^2 \times 60.27\ \rho}{(27.32 \times 1440)^2}$$

da cui, introducendo per ρ il suo valore in metri ed eseguendo le operazioni indicate otteniamo:

$$2x = 9.80\ m$$

da cui

$$x = 4.90\ m$$

cioè la Luna cade sulla Terra in ogni minuto di metri 4.9. Un numero

questo che combina per caso con quello della caduta dei gravi alla superficie della Terra nel primo secondo (1).

Applichiamo ora la formola [2] alla caduta della Terra sul Sole. Pertanto scriveremo nel numeratore al luogo di $r = 60.27\,\rho$ il numero $R = 23439\,\rho$ che è dato nell'*Annuaire* a pag. 246 per la distanza della Terra dal Sole, e scriveremo nel denominatore al luogo di $27^g.32$ numero dei giorni della rivoluzione siderale della Luna, il numero $365^g.25$ della rivoluzione siderale della Terra (*Annuaire*, pag. 245, *Année sidérale*) ed in tal modo sarà,

$$2\,x = \frac{4\,\pi^2 \times 23439\,\rho}{(365.25 \times 1440)^2} = 21.33\,m$$

da cui

$$x = 10.66\,m.$$

(1) Se noi nel nostro calcolo per la Luna avessimo adottato il secondo, dovevamo introdurre nel divisore della superiore frazione il numero 1440×60 al luogo di 1440 ed allora avremmo ottenuto:

$$x = 1.36\,m\,m.$$

Il raggio r dell'orbita lunare è eguale a 60 volte (in numero tondo) il raggio terrestre ρ che a sua volta è 6 milioni di metri, quindi $r = 360$ milioni di metri, ovvero 360 000 milioni di millimetri, e con ciò si pone in evidenza l'infinita piccolezza di x in un secondo al confronto di r, come fu detto nel caso della fig. 6. Se il numero 4.9 che rappresenta la caduta di un grave alla superficie terrestre in un secondo si volesse riportare alla Luna bisognerebbe dividerlo per il quadrato del numero 60 perchè la Luna dista da noi 60 raggi terrestri; se poi si volesse che l'unità di tempo fosse il minuto primo, come fu scelto nel nostro calcolo superiore, converrebbe moltiplicare il 4.9 per il quadrato di 60 come è richiesto dalla [3] del § 1, essendo t non più un secondo bensì 60^s; or bene, se il 4.9 terrestre si deve moltiplicarlo e dividerlo per 60^2 per riportarlo alla Luna ed al minuto, esso resterà 4.9 tal quale l'abbiamo trovato applicando i numeri alla formola [2].

Poichè alla superficie della Terra la caduta di un grave nel primo secondo è di metri 4.9 e poichè in tal caso la distanza è il raggio terrestre, la formola [1] ci dà:

$$2 \times 4.9 = \frac{v^2}{\rho}$$

ed assumendo ρ eguale a sei milioni di metri, sarà:

$$v = 10^3 \sqrt{2 \times 4.9 \times 6}$$
$$v = 10^3 \times 7.674 \text{ metri}$$

ovvero in cifra tonda otto chilometri. Pertanto se fosse possibile lanciare una palla di cannone con una velocità di otto chilometri per secondo, noi la vedremmo girare intorno alla Terra senza staccarsi dalla sua superficie. Ed essa impiegherebbe nel suo giro questo tempo:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{2\,\pi \times 6 \times 10^3}{8} = 4712^s$$

in cifra tonda 80 minuti.

Questa la caduta della Terra (1) sul Sole, ma che possiamo applicare anche alla Luna in causa della sua prossimità alla Terra e per cui diremo che la Luna cade sul Sole, in un minuto, di metri 10.66. Ritorniamo ora all'azione della Terra sulla Luna e diciamo che se la Terra si trovasse ad attrarre la Luna alla distanza del Sole, il numero 4.90 *m* trovato di sopra deve venire diviso per il quadrato del rapporto che esiste fra le due distanze R ed *r* cioè:

$$\frac{23439\,\rho}{60.27\,\rho} = 389$$

e ciò facendo si ottiene:

$$\frac{4.9}{(389)^2} = 0.0000324.$$

Ne concludiamo che se la Luna venisse posta successivamente alla stessa distanza dal Sole e dalla Terra, come volevamo in principio del paragrafo, cadrebbe, nell'unità di tempo, un minuto, verso questi due astri, di metri 10.66 e 0.0000324. Dunque la massa del Sole è tante volte più grande della massa della Terra quanto lo è il rapporto tra questi due numeri, cioè:

$$\frac{10.66}{0.0000324} = \frac{1066 \times 10^5}{324} = 329012$$

che in cifra tonda potremo scrivere $329 \cdot 10^3$. Vale a dire il Sole quanto a massa vale 329 mila Terre. Nella tavola dell'*Annuaire* troveremo il numero 333432, naturalmente più attendibile, ma il nostro come si vede è dello stesso ordine, *trecento e più migliaia* e tanto ci basta.

---

(1) Qui faremo un'avvertenza già posta in vista, ma su cui è bene insistere; ed essa ha lo scopo di prevenire l'obbiezione che all'azione del corpo attraente si oppone l'azione del corpo attratto, così che se il Sole attira la Terra, questa a sua volta attira il Sole come del resto è voluto dalla legge di Newton. Ma noi diremo che per l'intelligenza sommaria e pronta del concetto di masse celesti, possiamo impunemente supporre che la reazione dei corpi attratti dal Sole sia nulla di fronte alla soverchiante sua massa. E non soltanto dell'ipotesi di due soli corpi per volta a masse tanto diverse noi facciamo uso in queste nostre considerazioni, ma anche dell'altra di moti semplici circolari, mentre in realtà i moti dei pianeti e della Luna sono elittici e complicati. Ma le elissi sono pochissimo eccentriche e quindi tutte rappresentabili col cerchio, e le complicazioni di moti sono in certo modo di piccolo ordine rispetto alle linee generali del moto orbitale, sono perturbazioni del medesimo, da cui qui possiamo prescindere.

2

***

L'attrazione della massa terrestre alla distanza del raggio terrestre ρ, o per poco più, come avviene per le altezze dei gravi cadenti, è causa dell'accelerazione g, e quindi g è propriamente un effetto; ma esso viene in generale indicato col nome della sua causa, perchè si suol dire che g è la gravità terrestre. Il suo valore è variabile da luogo a luogo in ragione della deviazione della forma della Terra dalla sferica: inoltre esso non rappresenta tutta la forza di attrazione della massa terrestre, bensì la parte più cospicua che resta dopo la diminuzione sofferta per la forza centrifuga che si sviluppa colla rotazione diurna.

Siccome ai poli la velocità di rotazione è nulla, e siccome essi sono i punti più vicini al centro in causa dello schiacciamento terrestre, così verso loro si trovano i maggiori valori di g.

Le osservazioni di gravità fatte col pendolo in più luoghi della Terra, gli studi, ed i calcoli conseguenti, hanno portato a stabilire che al livello del mare per l'equatore,

$$g = 9.78\ m$$

e per i poli

$$g = 9.83\ m$$

come si trova (anche con maggior numero di cifre) dalla formola di Helmert nell'*Annuaire* 1912, pag. 195 ponendo la latitudine φ eguale a zero, o novanta gradi.

Per una stessa gravità g le masse sono proporzionali ai pesi, ce lo dicono le [6] del § 1, quindi se per strana ipotesi concepiamo alla superficie della Terra due palle, una come il Sole, l'altra come la Terra, ed una bilancia capace di pesare il Sole col peso-Terra, diremo che occorrono 329 000 pesi-Terre su di un piatto per fare equilibrio al Sole posto sull'altro piatto; oppure 333 432, se vorremo stare coll'*Annuaire*.

Ed è così, in questo senso dell'ipotesi strana, che si può in certo modo materializzare il numero astratto che rappresenta la massa del Sole per dirlo anche il suo peso. Ma crederemo che a questo punto sia pienamente entrata in ciascuno di noi la convinzione che fuori del campo terrestre, ed in quello dell'Universo, il luogo dei pesi è tenuto dalle masse, e con numeri del tutto proporzionali.

(*Fine del § 4; Continua*). A. Abetti.

SUGLI ACCENNI DANTESCHI

ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente, di un grado in cento anni

Nota Seconda di F. ANGELITTI.

1. **Le quattro stelle non viste mai fuor che alla prima gente.** — Dante, seguendo le opinioni comuni dei suoi tempi, ritenne che la terra emersa, o la *gran secca*, o l'*aiuola che ci fa tanto feroci*, come egli la chiama, fosse tutta contenuta in un trapezio sferico rettangolo, limitato dall'equatore, dal circolo polare artico e da due archi di meridiano distanti tra loro 180 gradi in longitudine. Sul meridiano centrale della Terra emersa, a 32 gradi circa di latitudine boreale, si riteneva collocata Gerusalemme. Tutto il resto del nostro globo era ricoperto dalle acque e costituiva il *mondo senza gente.*

Ma nella bolgia dei consiglieri fraudolenti Dante appurò da Ulisse che in questa grande distesa di acque esisteva pure una isoletta con una montagna altissima. Ed allorchè dal fondo di Cocito fu trasportato sulla schiena da Virgilio, attraverso il centro della terra, sopra la piccola sfera che fa l'altra faccia della Giudecca, apprese che era giunto sotto l'emisfero opposto a quello che col suo vertice sovrasta a perpendicolo su Gerusalemme, e che sul suo capo, cioè sotto l'antimeridiano di Gerusalemme e a 32 gradi di latitudine australe, esisteva una terra, alla quale dovrebbe risalire per un pozzo verticale.

Uscito dunque a riveder le stelle su questa nuova terra, che forma l'isoletta del Purgatorio, il poeta fa una rapida ispezione del cielo, che descrive in questi versi *(Purg.*, I, 13-39) :

Dolce color d'oriental zaffiro,
  Che s'accoglieva nel sereno aspetto
  Dal mezzo puro infino al primo giro,

Agli occhi miei ricominciò diletto,
Tosto ch' i' uscii fuor dell'aura morta,
Che m'avea contristati gli occhi e il petto.
Lo bel pianeta che ad amar conforta
Faceva tutto rider l'oriente,
Velando i Pesci che erano in sua scorta.
Io mi volsi a man destra e posi mente
All'altro polo, e vidi quattro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente.
Goder pareva il ciel di lor fiammelle.
O settentrional vedovo sito,
Poichè privato sei di mirar quelle!
Com'io dal loro sguardo fui partito,
Un poco me volgendo all'altro polo,
Là onde il Carro già era sparito,
Vidi presso di me un veglio solo,
Degno di tanta riverenza in vista,
Che più non dee a padre alcun figliuolo.
Lunga la barba e di pel bianco mista
Portava, e i suoi capegli simigliante,
Dei quai cadeva al petto doppia lista.
Li raggi delle quattro luci sante
Fregiavan sì la sua faccia di lume,
Ch'io il vedea come il Sol fosse davante.

Esaminiamo questi versi sotto l'aspetto astronomico.

Nella prima delle terzine riferite, il *mezzo*, o il *mezzo del capo*, significa lo zenith, e il *primo giro* significa l'orizzonte. *Dal mezzo* è la lezione giusta, recentemente restituita dalla critica diplomatica, in sostituzione dell'altra dell'*aer*, che si era divulgata in tutte le stampe, e che introdotta, non si sa come, aveva generato una grande confusione e dato luogo a molte discussioni nella interpretazione del *primo giro*. Possiamo dunque goderci in pace questo dolce colore di zaffiro orientale, che s'accoglieva nell'aspetto sereno tutto puro, dallo zenith fino all'orizzonte.

La terza delle terzine riferite costituisce il principale fondamento della determinazione astronomica della data del viaggio dantesco, e noi dovremo minutamente discutere se lo bel pianeta sia il Sole o se sia Venere, se scorti i Pesci o se sia scortato da essi, e se si tratti del segno o della costellazione dei Pesci. Comunque sia godiamoci anche in pace per ora questo riso di tutto l'oriente, e notiamo soltanto che, trovandosi il Sole in Ariete, il sorgere dei Pesci, segno o costellazione che siano, indica che è un poco prima dell'alba.

Il poeta, che si trova rivolto ad oriente, ha alla sua destra il punto sud e alla sua sinistra il punto nord: volgendosi a destra e ponendo mente all'altro polo, guarda dunque verso il polo australe. E vede quattro stelle. Fermiamo su queste la nostra attenzione. Nulla è qui detto che possa farci conoscere la posizione che occupano in quell'ora rispetto all'orizzonte e al meridiano; solo s'intuisce che esse debbano trovarsi in vicinanza del polo australe. Sul loro splendore nemmeno abbiamo una indicazione precisa: il godimento che il cielo pareva averne le ingrandirebbe nella nostra immaginazione, ma l'epiteto di *fiammelle* ce le rimpicciolisce; nè possiamo argomentare nulla dal fatto che esse fregiavano la faccia di Catone di tanto lume da rischiararla come farebbe il Sole, giacchè quivi le dette stelle sono chiamate *luci sante*, e l'effetto meraviglioso non si può spiegare se non con la santità della loro luce, in relazione con la natura speciale della faccia di Catone che ne assorbiva i raggi.

Ma quello che a noi più importerebbe conoscere, sarebbe la posizione che esse occupano nel cielo stellato, ossia rispetto all'eclittica e all'equatore. Su questo punto altro non ci è detto se non che esse non erano state mai fino allora vedute fuor che dalla prima gente e che esiste un sito settentrionale, il quale è privato di mirarle, e perciò è dal poeta compianto come vedovo. La frase « non viste mai fuor che alla prima gente » richiama alla mente quell'altra del *Convivio* « la parte del cielo stellato non ancora veduta in ciascuno luogo della terra », che è stata da noi così minutamente discussa nella nota precedente. Ma chi è in questo caso la prima gente? E per che modo quelle stelle non erano state mai viste fuor che da essa? E che cosa deve intendersi per sito settentrionale? E in che modo è privato di veder quelle stelle, ed in qual senso è detto vedovo? A queste domande ci ingegneremo di rispondere nei paragrafi seguenti.

2. **La sparizione del Carro.** — Ma prima è utile chiarire l'accenno al Carro che era già sparito quando il poeta, partitosi dallo sguardo delle quattro stelle, si volse verso l'altro polo, cioè verso il nostro polo boreale, per guardare nelle vicinanze del punto nord. Già vedemmo come Dante con bella circonlocuzione abbia indicato che le stelle del Carro col moto diurno rimangono sempre sopra l'orizzonte fino alla punta più australe della Sicilia, dicendo che al Carro basta il seno del nostro cielo e notte e giorno, « sì che al volger del temo non vien meno ». La punta più australe della Sicilia si trova alla latitudine geo-

grafica di circa 36 gradi e 40 primi, e per essa, se non si tiene conto della rifrazione atmosferica, rimangono sempre sopra l'orizzonte tutte le stelle che non distano dal polo boreale dell'equatore più di 36 gradi e 40 primi; ma, se si tiene conto dell'effetto della rifrazione, appariscono sempre sopra l'orizzonte anche le stelle la cui distanza dal polo boreale dell'equatore raggiunge 37 gradi e 14 primi, le quali al loro passaggio inferiore sfiorano l'orizzonte senza tramontare. La stella del Carro che più dista dal polo boreale dell'equatore è la η Ursae majoris, di seconda grandezza, e Dante avrà potuto apprendere come notizia di fatto che essa radeva l'orizzonte alla punta più australe della Sicilia. Ma il seno del cielo di Gerusalemme non bastava e notte e giorno al Carro e veniva meno al volger del timone, per modo che la η dell'Orsa maggiore, che ne costituisce la punta, scendeva sotto l'orizzonte e sorgeva e tramontava per l'opposto emisfero del Purgatorio. E non soltanto la punta del timone, ma anche una delle ruote del Carro, costituita dalla stella γ Ursae majoris, attraversava nel suo moto diurno il comune orizzonte dei due emisferi. Per renderci conto di questi fatti diamo un'occhiata alle posizioni che le sette stelle del Carro occupavano in cielo nell'anno 1300.

Il Dr. Paul V. Neugebauer, astronomo nel R. Istituto astronomico di calcolo di Berlino, ha proprio in questi giorni pubblicato delle tavole di stelle dall'anno 4000 av. Cr. fino al presente, con l'aggiunta di mezzi ausiliari per calcolare le posizioni delle stelle tra l'anno 4000 av. Cr. e l'anno 3000 dopo Cr. per uso degli storici, dei filologi e degli astronomi (1). Questa pubblicazione contiene tra l'altro per 309 stelle le posizioni medie di cento in cento anni dall'anno 4000 av. Cr. all'anno 1900 dopo Cr. L'autore è partito dalle posizioni del 1900 fondate sopra i recenti cataloghi di stelle della più grande precisione, e ha dedotte col calcolo rigoroso quelle relative agli anni anteriori, le quali si devono ritenere come rispondenti alla verità dentro il limite di $0^\circ,1$.

Ecco le posizioni in ascensione retta e declinazione delle sette stelle del Carro per il principio dell'anno 1300.

---

(1) *Sterntafeln von 4000 vor Chr. bis zur Gegenwart nebst Hilfsmitteln zur Berechnung von Sternpositionen zwischen 4000 vor Chr. und 3000 nach Chr. zum Gebrauch für Historiker, Philologen und Astronomen* bearbeitet von Dr. Paul V. Neugebauer, Astronom am Kgl. Astronomischen Rechen-Institut zu Berlin. — Leipzig, J. C. Hinrichs'sche Buchhandlung, 1912.

Posizioni delle sette stelle del Carro per l'anno 1800.

Stella	Gr.	Asc. retta	Declinazione
β Ursae maj.	2,6	154°,31	+ 60°,03
α Ursae maj.	2,0	154, 36	+ 65, 43
γ Ursae maj.	2,7	168, 85	+ 57, 56
δ Ursae maj.	3,5	174, 79	+ 60, 93
ε Ursae maj.	2,2	185, 52	+ 59, 81
ζ Ursae maj.	2,4	193, 77	+ 58, 64
η Ursae maj.	2,3	199, 89	+ 52, 89

Queste posizioni concordano dentro qualche centesima di grado con quelle già da me riportate a pag. 38, in un lavoro intitolato: *Sito, forma e dimensioni del Purgatorio dantesco*, Palermo, 1906-11.

Dante non conosceva l'effetto della rifrazione astronomica, e ne è prova il passo del *Conv.* III. 5, nel quale dice che dal polo boreale della terra non si vede più della metà del corpo del Sole, quando il centro di questo astro si trova sull'equatore coincidendo col primo punto di Ariete o col primo punto di Libra, mentre, se avesse conosciuto l'effetto della rifrazione, che presso l'orizzonte solleva le immagini degli astri di circa 34 minuti primi di arco, avrebbe detto che quando il centro del Sole si trova sull'equatore, dal polo boreale della terra si deve vedere tutto il disco solare, sollevato dall'orizzonte per più che non sia il semidiametro del Sole stesso. Egli inoltre dice che il Sole, ossia il centro del suo disco, incomincia ad essere veduto dal polo australe della terra, quando sparisce per il polo boreale; laddove, per effetto della rifrazione, esso appare già al polo australe della terra quando è ancora sollevato per 34 minuti primi di arco sull'orizzonte del polo boreale della terra: per modo che durante tre giorni circa, nelle epoche degli equinozi, il centro del Sole si vede da entrambi i poli terrestri. « Conviene che Maria veggia, nel principio dell'Ariete, quando il Sole va sotto il mezzo cerchio dei primi poli (1), esso Sole girare il mondo, intorno giù alla terra ovvero al mare, come una mola, della quale non

---

(1) Il *mezzo cerchio* dei primi poli è l'equatore e i primi poli sono i poli del mondo ossia i poli del primo mobile detti anche i poli del primo movimento. La frase *mezzo cerchio* non significa qui la metà del cerchio, bensì il cerchio che sta in mezzo equidistante dai primi poli ed è locuzione sapida di latinità, equivalendo a *circulus medius*. Anche in *Purg.* IV, 79, l'equatore celeste è dinotato con la locuzione il *mezzo cerchio del moto superno*. Altrove, in questo stesso significato, invece di *mezzo cerchio*, Dante adopera la locuzione *cerchio del mezzo*, ed anche *cerchio che nel mezzo s'intende*. Nel significato di metà del cerchio Dante adopera due volte la parola *mezzo cerchio*, in *Inf.* VII, 35 « poi si volgea ciascun quand'era giunto per lo suo mezzo cerchio all'altra giostra », e in *Par.* XIII, 101, « se del mezzo cerchio far si puole triangol sì che un retto non avesse », e in questo stesso capitolo del *Convivio* adopera la frase *mezzo lo cerchio*, e in *Par.* XXXII, 26, adopera la voce *semicircoli*.

paia più che mezzo il corpo suo (1): e questo veggia venire montando a guisa d'una vite d'un torchio, tanto che compia novantuna rota e poco più. Quando queste rote sono compiute, lo suo montare è a Maria quasi tanto, quanto esso monta a noi nella mezza terza, del giorno che è della notte eguale (2). E se un uomo fosse diritto in Maria, e sempre al Sole volgesse il viso, vedrebbesi quello andare vèr lo braccio destro. Poi per la medesima via pare discendere altre novantuna rota e poco più, tanto che egli gira intorno giù alla terra ovvero al mare, sè non tutto mostrando, e poi si cela: e comincialo a vedere Lucia ».

La latitudine di Gerusalemme più precisamente era ritenuta di 31 grado e $^2/_3$. Ora se Dante suppose il Purgatorio a 31 grado e $^2/_3$ di latitudine australe, ed ebbe conoscenza esatta delle distanze delle stelle del Carro dal polo boreale, dovette ritenere che sull'orizzonte del Purgatorio la stella η Ursae maj. si elevasse fino all'altezza massima di 5 gradi $^1/_3$ ed $^1/_{10}$, e che la stella γ Ursae maj. si elevasse fino alla altezza di $^2/_3$ più $^1/_{10}$ di grado. Ma si domanda: ebbe Dante tale conoscenza esatta, e possiamo in questo caso applicare le posizioni delle stelle quali risultano dai cataloghi moderni? Forse, trattandosi di stelle boreali e cospicue, Dante potè conoscerne le posizioni abbastanza esatte da osservazioni fatte su di esse, per determinare le latitudini dei luoghi mediante il quadrante o il triquetro, strumenti in uso ai suoi tempi in varie città italiane. Forse potè servirsi anche di globi celesti, e non è da escludersi che avesse potuto calcolarsi le posizioni di quelle stesse stelle per l'epoca del viaggio, desumendole dal catalogo di Tolomeo. Noi esamineremo in seguito anche questa ipotesi.

Importa notare che Dante si volse verso il nostro polo non per guardare ad esso che era depresso di 32 gradi sotto l'orizzonte; ma per guardare al punto dell'orizzonte, dal quale era sparita l'ultima stella del Carro. Vedremo appresso che l'ultima stella del Carro tramontava per il Purgatorio ad un azimuth di circa 20 gradi da nord verso ovest. Sicchè Dante che prima era rivolto con la faccia verso il polo australe, per

---

(1) *Mezzo il corpo suo* significa la metà del disco solare.

(2) Quando le novantuna ruota sono compiute, il Sole si trova al primo punto di Cancro, ed allora *lo suo montare*, cioè *la sua altezza* dall'orizzonte di Maria, contata sul circolo verticale, è eguale all'obliquità dell'eclittica, cioè è 23 gradi e mezzo; e quindi è quasi tanto quanto è l'arco di equatore per il quale il Sole monta nelle nostre latitudini nelle epoche degli equinozi, dall'istante della sua levata fino alla mezza terza, cioè fino ad un'ora e mezzo dopo, il quale arco è di 22 gradi e mezzo. Si noti che Dante adopera il verbo *montare* come sostantivo per dinotare l'altezza contata sul verticale, e adopera anche i verbi *montare* e *salire* per dinotare gli archi di parallelo percorsi dagli astri in un certo tempo nel moto diurno a partire dall'orizzonte.

guardare a questo punto dovette girare di 160 gradi se continuò a volgersi nel senso di prima, a man destra, cioè da est verso sud proseguendo verso il nord; e dovette invece girare di 200 gradi se si volse a man sinistra, da sud per est verso il nord. Dicendo che si volse *un poco* al nostro polo, non vuole intendere che si girò di un piccolo arco, ma che si girò per guardare un poco verso il nord. E difatto, ebbe appena il tempo di accorgersi della sparizione del Carro, che si vide innanzi la figura di Catone.

3. **Le tre facelle onde il polo australe tutto quanto arde, e di nuovo le quattro chiare stelle.** - La sera dello stesso giorno, Dante e Virgilio, guidati da Sordello, per un sentiero sghembo a mezza costa sulla montagna del Purgatorio, diretti verso sud, si avviano all'orlo della valletta fiorita dei principi, dove hanno risoluto di passare la notte. Vi giungono poco prima del tramonto e vedono nella valle sedere fra l'erbe e i fiori anime che cantano la *Salve Regina*. Prima di scendere, Sordello addita a Virgilio varî personaggi. Nell'ora dell'Ave Maria un'anima intona l'inno *Te lucis ante*, e tutte le altre l'accompagnano nel canto. Finito questo, due angeli, che vengono dal grembo di Maria, si dispongono a guardia della valle contro il serpente di cui è prevista la venuta. Intanto l'aria si annera; Sordello invita i poeti a scendere nella valle; ma dopo tre passi Dante riconosce il suo amico Nino Visconti: si salutano: Dante dà spiegazioni del suo arrivo: Nino si sfoga moderatamente contro Beatrice sua vedova, che si è rimaritata ad un Visconti. Succede qui un momento di sosta, e Dante ne profitta per ripigliare la ispezione del cielo stellato, che nel mattino era stata interrotta prima dall'episodio di Catone e poi da altre cure. Egli guarda attorno al polo australe, curioso com'è di osservare quelle regioni inesplorate. Riferisco i versi nei quali sono descritte queste nuove osservazioni celesti, seguendo la lezione ordinaria, mutando solamente in qualche luogo l'interpunzione (*Purg.* VIII, 85-93):

Gli occhi miei ghiotti andavan pure al cielo,
  Pur là dove le stelle son più tarde,
  Sì come rota più presso allo stelo.
E il duca mio: « Figliuol, che lassù guarde? »
  Ed io a lui: « A quelle tre facelle,
  Di che il polo, di qua, tutto quanto arde ».
Ed egli a me: « Le quattro chiare stelle
  Che vedevi staman, son di là, basse,
  E queste son salite ov'eran quelle ».

Ma come Virgilio parlava, Sordello il trasse a sè, per additargli il serpente che veniva dal fondo della vallea, e le osservazioni celesti vennero di nuovo interrotte.

Due varianti, poggiate su codici autorevoli, si hanno nel verso 92, dove invece di *son di là, basse*, si legge *son laggiù basse*, oppure *sono giù basse*.

Nei versi precedenti è chiaro che il poeta ha fermato la sua attenzione *pur là*, ossia solamente là dove le stelle sono più tarde, cioè nelle vicinanze del polo. È chiaro anche che guarda in alto, perchè Virgilio gli domanda che cosa guardi *lassù*. E lassù sono le tre facelle. Secondo l'interpunzione da noi seguita, il polo arderebbe di quelle tre facelle dalla parte di qua, cioè nel tratto che va dal polo allo zenith. Le quattro chiare stelle vedute il mattino, sulle quali Virgilio richiama l'attenzione del poeta, sono di là, cioè di là dal polo, cioè nel tratto che va dal polo al punto sud; e sono basse, cioè sono a piccola altezza dall'orizzonte. Così *lassù* sarebbe contrapposto a *basse* e *di qua* a *di là*. Io qui mi rappresento Dante che tenendo il braccio sinistro disteso alquanto verso l'alto, in una inclinazione forse di una quarantina di gradi addita le tre facelle con l'indice della mano, e Virgilio che col braccio destro disteso ad una altezza di una ventina di gradi addita con l'indice della mano le quattro stelle vedute il mattino.

Letto e spiegato così questo passo, un astronomo è indotto a interpretare che le quattro stelle vedute il mattino e le tre facelle osservate la sera formino due gruppi distinti che non tramontano per il Purgatorio, situati quasi alla stessa declinazione australe, ma distanti in ascensione retta, per modo che quando uno dei due si trova alla culminazione (1) superiore, l'altro si trova basso verso la culminazione inferiore.

---

(1) Mi permetto di spezzare un'altra lancia in favore della parola *culminazione*, che non si trova nei vocabolari italiani, e che si adopera dagli astronomi nel significato di passaggio per il meridiano. Solo il dizionario Tommaséo-Bellini, seguito dai Petrocchi, registra il verbo *culminare*, che detto di un astro significa *passare per il meridiano*. E *culminare* sembra adatto in questo significato quando un astro passa per il semicircolo meridiano che va da un polo all'altro dalla parte dello zenith perchè allora raggiunge il punto più alto del suo cammino diurno apparente, punto che con proprietà è detto *culmine* od anche *colmo* e deriva dal latino *culmen*. Quando tuttavia l'astro passa per il semicircolo meridiano che va da un polo all'altro dalla parte del nadir, raggiunge il punto più basso del suo cammino diurno apparente; ed in questo caso l'uso del verbo *culminare* potrà sembrare fuori proposito. Ma l'uso consente talora ad una parola di potere esprimere uno stato direttamente opposto a quello ordinariamente significato, come quando si scambia *alto* con *profondo*, ovvero *altezza* con *profondità*; quindi non deve sembrare illogico distinguere il *culmine superiore* ed il *culmine inferiore*, il *culminare superiormente* ed il *culminare inferiormente*. Ad ogni modo accolto *culminare*,

Per le altre circostanze che accompagnano le descrizioni, in quella stagione, nel mattino, mentre sorgono in oriente i Pesci, il gruppo delle quattro stelle è presso alla sua culminazione superiore e quello delle tre è presso alla sua culminazione inferiore e l'inverso avviene la sera. Si conchiuderebbe che i due gruppi sono situati presso a poco sul coluro dei solstizi, da parti opposte rispetto al polo australe dell'equatore. Se non che, per quanto questa spiegazione possa apparire naturale, pure non mancano altre interpretazioni di filologi autorevolissimi che dànno alle parole dei significati notevolmente diversi. La frase « dove le stelle son più tarde, sì come ruota più presso allo stelo » rammenta un brano del *Convivio* già citato nella nota precedente (II, 4), nel quale è detto che ciascuna parte del cielo, quanto « e più presso al polo più è tarda; perocchè la sua revoluzione è minore, e conviene essere in uno medesimo tempo di necessitade colla maggiore ». Eppure il Tommaséo nel suo commento dice che *tarde* qui significa vicino a tramontare. L'aggettivo *basso* riferito ad un astro significa che si trova a piccola altezza dall'orizzonte; ma la *Nuova Crusca* e il dizionario Tommaséo-Bellini dicono che significa *prossimo al tramonto*; il che non sembra giusto, perchè un astro può dirsi basso anche poco tempo dopo il suo sorgere, e può trovarsi basso anche senza sorgere o tramontare, quando culmina inferiormente a piccola altezza. Il Tommaséo poi nel suo commento spiega che in questo luogo *basse* significa addirittura tramontate. Inoltre quasi

---

dovrebbe trovare grazia anche *culminazione* per esprimere l'*atto del culminare*. Alcuni nostri predecessori ad esprimere il passaggio per il meridiano usarono la parola *mediazione* distinguendola anche in superiore ed inferiore, derivandola dal verbo *mediare*, o *mediare caelum*, che per gli astronomi medievali significava appunto *attraversare il meridiano*. Se non che la parola *mediazione* in questo significato neanche essa ha trovato accoglienza nei vocabolari, e non pare preferibile a *culminazione* che nelle altre lingue ha il riscontro di parole affini derivate anch'esse da *culmen*. Abbiamo infatti nel francese *culminer* e *culmination*, nello spagnuolo *culminar* e *culminacion*, nell'inglese *culminate* e *culmination*, nel tedesco *kulminieren* e *kulmination*, ed è curioso che il Rigutini nel vocabolario tedesco-italiano fatto in collaborazione col Bulle abbia accolte le parole *culminare, culminazione, punto culminante*, che non si trovano nella *Nuova Crusca* di cui egli era uno dei compilatori. Aggiungerò che nel linguaggio tecnico latino degli astronomi medievali furono usati nello stesso significato il verbo *culmino* e il nome *culminatio*. Da essi infatti era chiamato *gradus culminationis* di una stella il punto dell'eclittica che ha la stessa ascensione retta della stella, ossia il punto in cui l'eclittica è incontrata dal semicircolo che va dal polo boreale dell'equatore al polo australe passando per la stella, e si diceva che tale punto *culminat* insieme con la stella. Da Gherardo da Cremona, nella traduzione del *Liber de aggregationibus scientiae stellarum et de principiis coelestium motuum* di Alfergano, è adoperata nello stesso senso la frase *gradus perfectionis* e per lui *perfectio* è il massimo valore raggiunto da una quantità variabile.

tutti i commentatori intendono che *il polo di qua* significhi semplicemente *questo polo nostrale*, e qualcuno intende che *di là* significhi nell'altro emisfero, cioè in quello di Gerusalemme, dove le quattro stelle già tramontate per il Purgatorio sarebbero basse, cioè vicine all'orizzonte. Per tal modo i due gruppi di stelle sorgerebbero e tramonterebbero alla latitudine del Purgatorio, e a quella dell'antipoda Gerusalemme. Ma altri ha osservato che se i due gruppi di stelle sorgono e tramontano per il Purgatorio, ciascuno di essi deve distare dal Polo australe più di 32 gradi (latitudine del Purgatorio), e per poco che si estenda nel senso della declinazione, deve contenere stelle che distino dal polo sud di una quarantina di gradi. Tali stelle non sarebbero tra le più vicine al polo, nè sarebbero tra le più tarde, giacchè la loro velocità sarebbe circa i due terzi di quella delle stelle dell'equatore, che sono le più veloci.

Questa breve esposizione valga a dare agli astronomi un'idea dei dispareri che possono nascere nelle interpretazioni dei passi danteschi, anche là dove a prima giunta appaiono di una chiarezza esente da dubbi.

4. **Identificazione dei due gruppi di stelle**. — Astronomi e naturalisti hanno voluto ritrovare nel cielo questi due gruppi di quattro e di tre stelle, e tale identificazione ha dato luogo a una piccola letteratura, che è stata esposta molto bellamente dal Rizzacasa d'Orsogna, in un opuscolo dal titolo *Quattro nuovi studi di astronomia dantesca* (Palermo 1907, pp. 9-11). Mi piace qui riferire le parole del Rizzacasa.

« Quasi tutti gli antichi espositori, parlando delle quattro stelle, dicono che Dante avesse voluto significare le quattro virtù cardinali; quelle, che in forma di ninfe danzanti alla sinistra del carro di Beatrice, Egli poi vedrà vestite in porpora sul Paradiso terrestre (*Purg.*, XXIX, 130-32); quelle stesse che l'accoglieranno dentro alla loro danza, dopo che Matelda l'avrà tolto dalle acque di Lete e gli diranno: — Noi sem qui ninfe e nel ciel semo stelle —. Però Americo Vespucci, l'anno 1500, ammirate nel cielo del polo antartico le quattro stelle, poste in forma di *mandorla*, ne' piedi posteriori del Centauro, ritenne per fermo che Dante proprio a quelle avesse voluto alludere nel I del Purgatorio (1). Un poco però più tardi, nel 1515, anche Andrea Corsali le vide e non dubitò di attribuire a Dante, per questa divinazione, uno *spirito profe-*

(1) Cfr. Bandini, *Vita di Americo Vespucci*, e a pag. 259 del tomo V dell'*Histoire de la Geographie* dell'Humboldt la lettera di Ranke sulla corrispondenza del Vespucci con Solerini e Lorenzo di Pier Francesco de' Medici. Vedi anche nel commento del Portirelli alla *Div. Comm.*, tomo II, la nota a pag. 6 e segg.

tico (1). Le vide infine Pigafetta, compagno e storiografo di Magellano, nel 1520, e n'ebbe la stessa convinzione (2)

« Il Baretti, scrivendo in Inghilterra contro il saggio di Voltaire sulla poesia epica, richiamò all'attenzione degli studiosi di Dante la lettera del Vespucci, nella quale questi aveva parlato delle stelle di Dante. Il Portirelli pubblicando nel 1804 in Milano il suo Commento, si adoperò per fare accettare la nuova interpretazione, anche perchè l'abate De Cesaris, uno dei primi astronomi allora di Brera, lo aveva assicurato che — nella stagione di primavera, in cui Dante finge di fare il suo viaggio, come appare dalla sua supposizione che il sole fosse in Ariete, le stelle della Croce realmente trovansi in alto di buon mattino e giungono poi sotto il polo alla sera —. Quelle stelle che il Vespucci vide in forma di *mandorla*, a' primi viaggiatori portoghesi e spagnuoli del XVI secolo parvero invece una Croce (El Crucero): e con tal nome vennero poi definitivamente registrate nel grande catalogo di Halley nel 1679.

« ..... L'astronomo Littrow, nel suo libro *Die Wunder des Himmels* (le meraviglie del cielo) pubblicato nel 1834, fu il primo forse ad attribuire a Dante, per i notati versi, la cosciente applicazione della precessione degli equinozi. Lo seguì in quest'ordine di idee dapprima l'Humboldt, facendosi assistere dall'astronomo Galle, colui che per il primo ebbe la fortuna di veder Nettuno, il più remoto pianeta del nostro sistema, già divinato col calcolo da Adams e Le Verrier. Il grande naturalista trattò ampiamente e con molta dottrina questa tesi nell'*Histoire de la Geographie* e poi nel *Cosmos* (Tomo II, pag. 351, dall'anno 1836 al 1864). Per ispiegarsi come Dante aveva potuto avere cognizione della Croce del Sud, l'Humboldt discorre nel modo seguente: — On ne peut douter que le Dante, dont l'érudition égalait le génie poétique, a pu avoir notion des quatre étoiles de la Croix du Sud, soit par les voyageurs pisans ou vénitiens qui visitaient l'Égypte, l'Arabie et la Perse, soit par des globes de construction arabe semblables à ceux de Dresde et de la collection du cardinal Borgia à Velletri — (3). Con grande entusiasmo accettò questa opinione, nelle sue *Illustrazioni Cosmografiche della Divina Commedia* (Napoli, 1856) l'astronomo di Capodimonte, Ernesto

(1) Cfr. *Delle navigazioni et viaggi raccolte da* M. Gio. Battista Rannusio, Venezia 1606, Giunti, pag. 172.

(2) Nel libro del Rannusio, a pag. 352, comincia il *Viaggio atorno al mondo fatto et descritto per il signor Antonio Pigafetta Vicentino... tradotto di lingua francesca all'italiana.*

(3) *Histoire de la Géographie.* Tomo IV, pag. 323.

Capocci. Il conte torinese Paolo Ballada di St. Robert, matematico insigne, negli *Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino* (vol. I, anno 1865-66, pag. 588-600) avvalorò col calcolo la dimostrazione di quanti l'avevano preceduto nel medesimo studio. La stessa convinzione mostrò il Barlow in *The Soutern Cross as seen by Dante* (Se la Croce del Sud fu veduta da Dante) nel N. 1715 dell'*Athoeneum* di Londra, 8 settembre 1869. Nel 1905 il ch. astronomo Zanotti-Bianco nel suo libro *Astrologia e Astronomia*, accuratamente trattò lo stesso argomento col titolo *Le quattro chiare stelle e le tre facelle*. Citando il Fiorini, *Sfere terrestri e celesti di autore italiano, oppure fatte e conservate in Italia* (Roma 1898), anche lo Zanotti-Bianco ritiene che Dante abbia potuto trarre molto aiuto da un globo celeste e dice: — Ai tempi di Dante i globi celesti non mancavano; e su quelli arabi, costrutti prima che egli scrivesse il suo poema, e fatti in base al catalogo di Tolomeo, non mancava certo il Centauro. Fra questi ne esistono in Italia due, l'uno del 1080 posseduto dal Museo degli istrumenti antichi di astronomia fisica e matematica in Firenze; l'altro del 1225, conservato nel secolo XVIII a Velletri, nel Museo del Cardinale Borgia ed oggi nel Museo Nazionale di Napoli, e noto come il *globo borgiano*. Non è impossibile che Dante abbia veduto e studiato uno di questi globi — (1).

5. **Continuazione.** — Gli autori citati dal Rizzacasa concordemente dunque identificano le quattro stelle dantesche con le stelle della Croce del Sud, chi supponendo che Dante le divinasse, o, meglio, che non conoscendosi quelle stelle, Dante tirasse a indovinare; chi affermando che ne prendesse le posizioni dai globi celesti, e chi ritenendo che le deducesse dal catalogo di Tolomeo, dove coinciderebbero con quattro stelle cospicue dei piedi posteriori del Centauro. Il catalogo delle 1022 stelle di Tolomeo costituiva a quei tempi il codice fondamentale dell'astronomia siderale di posizione: Dante senza dubbio lo conobbe, anzi, come vedremo più sotto, vi attribuì grande importanza.

Secondo Humboldt, e coloro che ne hanno accettata l'opinione, la « prima gente » sarebbero Adamo ed Eva con i loro discendenti, venuti ad abitare nell'Asia, in regioni situate a circa 30 gradi di latitudine boreale. In quei tempi, a quella latitudine, le quattro stelle sarebbero state visibili: ma poscia si sarebbero rese invisibili per effetto della

(1) ZANOTTI-BIANCO OTTAVIO, *Astrologia e Astronomia*, Torino, Frat. Bocca, 1905 pag. 107.

precessione degli equinozi, onde quei siti ai quali sarebbe dato l'epiteto di settentrionali, privati di tal vista, sarebbero rimasti vedovi.

Il gruppo delle tre facelle vedute la sera è stato ricercato nella plaga celeste che si trova su per giù alla stessa declinazione della Croce del Sud, ma che dista da questa per circa 12 ore in ascensione retta.

Le tre facelle sono state da alcuni identificate con le tre stelle α dell'Eridano o *Achernar*, di prima grandezza, α della Nave d'Argo o *Canopo*, pur essa di prima grandezza, ed α del Dorado o *Pesce d'oro*, di terza grandezza. Questa interpretazione, proposta dall'abate De Cesaris (1), astronomo di Milano, inserita nel *Commento* del Portirelli, benchè suffragata dalla autorità dell'Humboldt (2), fu rifiutata dal Capocci, il quale, invece, identifica le tre facelle con la stella α dell'Eridano e con due nebulose vicine date anch'esse (com'egli dice) nel catalogo di Tolomeo e note agli astronomi arabi col nome di *Bue bianco* (El Bakar). Il Capocci dice esplicitamente che al mattino la Croce del Sud stava nel meridiano al suo passaggio superiore, mentre *Achernar* e le due nebulose anzidette erano pur esse nel meridiano, ma al loro passaggio inferiore: e che l'inverso avveniva alla sera.

Il P. Giovanni Antonelli, nelle sue *Annotazioni astronomiche* aggiunte al commento del Tommaséo, per identificare le quattro stelle non si limita alla Croce del Sud; ma le sceglie tra le sei più fulgide dei piedi del Centauro, considerando quelle che sono più simmetricamente disposte, cioè α della Croce australe di prima grandezza, β d'essa Croce, di seconda, β del Centauro, di grandezza apparente tra di prim'ordine e di secondo, e α^2 del Centauro di prima grandezza. « Queste stelle (dice l'Antonelli) quasi equidistanti dal polo australe, e comprese in un arco di 30 gradi circa, debbono attrarre l'occhio a sè, specialmente alla pura aria del mattino. Ciò si può immaginare anco senza vederle. Tolomeo le registra nell'*Almagesto*, tradotto d'arabo in latino nel 1230 e guida al poeta (3) ». Per l'Antonelli le tre facelle sarebbero tre stelle di

---

(1) L'abate Angelo De Cesaris fu l'iniziatore della serie delle *Effemeridi astronomiche di Milano*, che cominciarono con l'anno 1775.

(2) Cfr. DE HUMBOLDT, *Histoire de la Géographie du nouveau continent*, tome IV, p. 327.

(3) Questa notizia data dall'Antonelli non è esatta. L'*Almagesto* fu la prima volta tradotto d'arabo in latino da Gherardo da Cremona. Come risulta da un codice esistente nella Laurenziana, questa versione fu fatta in Toledo, « anno Domini Millesimo C.LXXV°, anno autem Arabum quingentesimo LXX mensis octavi XI° die ». E le indi-

minor incidezza, tra loro più lontane, « attesochè il polo tutto quanto ne ardeva » : e propriamente ε ed α della Nave con α dell'Eridano, note al poeta per l'*Almagesto*. Sulla posizione che i due gruppi di stelle occupavano nel cielo al mattino e alla sera, rispetto all'orizzonte, l'Antonelli non si esprime molto chiaramente, perchè prima lascia intendere che fossero entrambi nel meridiano; poi dice che al mattino le quattro stelle erano nell'emisfero occidentale e le tre nell'orientale e che alla sera, viceversa, erano le tre nell'occidentale, e le quattro nell'orientale, l'una volta e l'altra abbastanza alte dall'orizzonte. L'uno e l'altro gruppo di stelle sarebbero visibili dalle regioni tropicali, dove abitarono i primi discendenti di Adamo, che sarebbero « la prima gente », mentre il sito settentrionale non fu abitato che molto tempo dopo. L'Antonelli nella sua spiegazione non ricorre alla precessione degli equinozi.

Il Rizzacasa dà una spiegazione diversa. Egli riunisce le quattro stelle e le tre facelle in una sola costellazione, cioè in quella dell'Ara, di cui espone l'origine mitologica e la teoria degli influssi secondo Arato. La costellazione dell'Ara, all'epoca del viaggio dantesco, trovavasi nel meridiano alla sua culminazione superiore quando al mattino per il Purgatorio sorgevano i Pesci, e trovavasi anche nel meridiano (ma alla culminazione inferiore), la sera, dopo dodici ore. Le stelle dell'Ara di quarta e di quinta grandezza, benchè piccole, dovevano, secondo il Rizzacasa, essere scelte dal poeta per la loro importanza mitologica. Tre di queste stelle, verso l'equatore, formano la base dell'Ara, e quattro verso il polo, costituiscono le fiamme. Questa distinzione della costellazione in due gruppi risulta evidente non solo dai globi e dalle carte celesti, ma anche dalla semplice ispezione delle latitudini che Tolomeo assegna a quelle stelle e che il Rizzacasa riporta in uno specchietto. Alla culminazione inferiore per il Purgatorio, le quattro sono più alte e le tre sono più basse: ma il Rizzacasa suppone che il poeta dovette immaginarsi la costellazione all'inverso, con la base verso il polo antartico e con le fiamme verso l'equatore; e quindi alla culminazione inferiore per il Purgatorio, dovette ritenere che le quattro stelle della fiamma fossero più basse e le tre della base fossero più alte; e quindi potè dire che, capovolta

---

cazioni date nei due sistemi concordano, perchè il giorno 11 dell'ottavo mese musulmano 570 corrisponde al 7 marzo 1175 di Cr. secondo l'uso musulmano civile, oppure al 6 marzo secondo l'uso musulmano astronomico. La versione di Gherardo, poi, è quella stessa che, senza nome di traduttore, fu edita per cura di Pietro Liechtenstein a Venezia nell'anno 1515. Ad ogni modo Gherardo da Cremona morì nel 1187.

la costellazione, queste erano salite al posto di quelle. Il Rizzacasa afferma che nel primo secolo dopo la creazione, le stelle dell'Ara erano visibili alla latitudine boreale di 45 gradi, e che per effetto della precessione degli equinozi questi luoghi settentrionali perdettero poi la vista di quelle stelle.

6. **Opinione che le sette stelle siano fittizie.** — Parecchi espositori, che io mi sento inclinato a seguire, ritengono che le quattro chiare stelle del mattino e le tre facelle della sera siano corpi celesti fittizi, semplicemente immaginati da Dante, e che quindi non siano da ricercare tra le stelle osservate e catalogate ai suoi tempi. Le 1022 stelle allora note erano tutte quelle che ai tempi di Tolomeo erano state vedute ed osservate mediante gli strumenti. Secondo quello che dice Alfergano nei suoi *Elementi* le osservazioni si sarebbero estese fino al limite meridionale del terzo clima, ossia fino alla latitudine boreale di 27 gradi e mezzo; ma col fatto le stelle di Tolomeo furono osservate ad Alessandria, alla latitudine boreale di 31 grado. Dante non si attenne alla notizia di Alfergano: ma dice soltanto che quelle stelle furono osservate dai savi d'Egitto. Delle quattro stelle del mattino Dante dice esplicitamente che non furono mai viste, fuor che alla prima gente: ma delle tre facelle della sera nulla dice in proposito. Se le sue sette stelle sono interamente fittizie, egli dovette immaginarle in quella regione del cielo stellato, che, tenuto conto del moto lentissimo dell'ottava sfera da occidente in oriente per un grado in cento anni, dalla creazione fino ai suoi tempi non era stata mai veduta se non dagli abitatori della zona compresa tra l'equatore ed il parallelo di 31 grado di latitudine boreale. Questi costituirebbero la prima gente, prima, non per ordine di tempo, ma per ordine di sito. Alla prima gente sarebbe opposto il sito settentrionale, vedovo e privo della vista di quelle stelle, e questo sito settentrionale sarebbe al di là della latitudine boreale, per la quale le sette stelle sarebbero di perpetua occultazione. Tra la prima gente e il sito settentrionale vi sarebbe allora una zona intermedia nella quale, per effetto del moto combinato così del primo mobile come del cielo stellato, le sette stelle sarebbero per un certo tempo apparenti e per un certo altro tempo occulte.

Il sito settentrionale sarebbe vedovo e privato di veder le quattro stelle non già nel senso che un tempo le abbia viste e poi sia stato privato di vederle, ma nel senso che non le abbia mai viste e non le possa vedere giammai. Il verbo *privare* e il participio *privato* sono indubbiamente adoperati in parecchi luoghi da Dante in questo senso che a prima vista

sembra lontano dall'ordinario. Così in *Convivio* (I, 1) è detto che la scienza è l'ultima perfezione della nostra anima e che « da questa nobilissima perfezione molti sono privati », e certamente questi molti a cui si allude, sono tali che non hanno mai acquistato abito di scienza. Ivi stesso è detto che una delle cagioni che rimnovono l'uomo dall'abito di scienza è « il difetto del luogo dove la persona è nata e nudrita, che talora sarà da ogni studio non solamente privato, ma da ogni gente studiosa lontano », e il luogo a cui si allude, è certamente uno di quelli che non ebbero mai nè scuole, nè studiosi. Nella stessa opera (III, 4) è detto che noi non possiamo comprendere nè intendere perfettamente le sustanze separate da materia e che di questo difetto non siamo da biasimare perchè noi non siamo di esso fattori; « anzi fece ciò la natura universale, cioè Iddio, che volle in questa vita privare noi di questa luce ». Ancora nello stesso *Convivio* (IV, 20) è detto che in certe anime male complessionate il raggio divino mai non risplende e che « possono dire questi cotali, la cui anima è privata di questo lume, che essi siano siccome valli volte ad aquilone, ovvero spelonche sotterranee, dove la luce del Sole mai non discende ». Anche l'aggettivo *vedovo* è talora attribuito a chi non ha mai avuto una certa cosa o qualità. Il dizionario Tommaséo-Bellini nota: « elegantemente da Tertulliano furono chiamate acque vedove i battesimi e le lavande dei Gentili, perchè non generavano la Grazia come fanno le nostre acque nel sacramento del battesimo. [Cam.] *Selv. Tertull.* 446. Con acque vedove fanno una finzione (il lat. *Viduis aquis sibi mentiuntur*) ». Il latino *viduus* è anche più spesso adoperato in questo significato di semplicemente *privo* di qualche cosa. Così *pectus viduum amoris* per Ovidio è un petto che non ha mai palpitato per amore; *lacus viduus a lumine Phoebi* per Virgilio è un lago dove non è mai penetrato raggio di sole. Si dicevano *viduae* anche le donne non mai maritate o nubili, e si avevano le *puellae viduae*, forse nel senso che erano prive di corteggiatori, e che non si dovessero maritare giammai, nel qual significato non sarebbe oggi gentile dire vedova ad una fanciulla.

(Continua).

JEAN CHARLES RODOLPHE RADAU [1]

(Angerburg, 1835 - Paris, 1911)

È nostro assoluto dovere, come cultori di scienze astronomiche, di richiamare qui una simpatica e singolare figura di scienziato e di uomo: Jean Charles Rodolphe Radau, membro dell'*Institut* e del *Bureau des Longitudes*, morto a Parigi nel dicembre 1911.

Non è il caso di pronunziare per lui un elogio, dal momento che in modo più degno ciò è stato fatto, alla presenza della salma, da tre illustri e devoti amici dell'estinto: Poincaré, Bigourdan, Deslandres. Il tratteggiare la sua produzione scientifica costituirà per Radau l'omaggio più spontaneo che gli astronomi italiani oggi porteranno alla sua memoria.

Per le scienze fisiche e matematiche Radau rappresenta un astronomo nel senso più vero della parola, poichè oltre numerosi scritti divulgativi oramai noti, sulle varie parti della Fisica, i suoi lavori di carattere teorico comprendono la refrazione atmosferica, metodi di interpolazione e di calcolo numerico, teoria delle orbite planetarie, variabilità delle latitudini terrestri, figura e costituzione del geoide, ipotesi cosmogoniche, e gran parte della Meccanica Celeste.

Per ragioni di chiarezza e di brevità, in attesa di una bibliografia completa di tutte queste Memorie, esamineremo solo quegli argomenti che sono sufficienti per mostrare l'importanza dell'opera scientifica di Radau.

I. Refrazione astronomica. — La causa per la quale il problema della refrazione astronomica presenta una soluzione piuttosto incerta, risiede nel concetto su cui è fondata la teoria classica della refrazione. Infatti nella teoria di Laplace si suppone l'atmosfera composta di strati, o superficie di eguale densità, sferici e concentrici alla Terra, in ognuno dei quali la luce prova una deviazione elementare, che si può assumere teoricamente come il differenziale della refrazione. Sviluppando i calcoli in base alle leggi dell'Ottica, si trova che la refrazione totale è data da un integrale della forma:

$$R(z) = \int_0^{\delta_1} \Phi\,[z, h(\delta)]\, d\delta$$

ove, Φ essendo un simbolo ordinario di funzione, z indica la distanza zenitale dell'astro ed h è l'elevazione sulla superficie terrestre di uno strato di aria generico di densità δ. L'integrale è esteso dal limite superiore ($\delta = o$) al limite inferiore ($\delta = \delta_1$) dell'atmosfera. Siccome non si conosce una relazione funzionale tra h e δ, non si potrà mai ottenere con pieno rigore il valore della refrazione totale

$$R = R(z)$$

senza introdurre ipotesi speciali su questa relazione

$$h = h(\delta).$$

(1) Da una Conferenza al *Seminario Matematico* della R. Università di Roma.

Ora però per distanze zenitali minori di 78°, ossia per tutta la regione di cielo in cui abitualmente si fanno osservazioni, si può dimostrare facilmente che poco o nulla interviene la legge ora nominata sul decremento della densità degli strati atmosferici; quindi si possono costruire, in base alla teoria, delle discrete tavole di refrazione per $z < 78°$.

La necessità di adottare una forma qualunque per la relazione suddetta tra h e δ si fa sentire per valori di z compresi tra 78° e 90°, e in tal modo si spiega il grande numero di Memorie scritte a questo riguardo da tanti astronomi e analisti come Laplace, Poisson, Bessel, Ivory, Kramp, Gyldén ed altri. Con tutto ciò i valori forniti da queste diverse teorie per $z > 78°$ non solo differiscono molto fra di loro, ma non sono affatto compatibili con le osservazioni.

Radau in due Memorie negli *Annales de l'Observat. de Paris* (1) riprende il problema, dando anzitutto un magistrale sguardo critico a tutti i lavori già esistenti in questione, e paragona le diverse ipotesi relative alle leggi di variazione della densità degli strati con l'altezza

$$\delta = \delta\,(h)$$

o della temperatura con l'altezza

$$t = t\,(h)$$

o della densità con la temperatura

$$\delta = \delta\,(t)$$

le quali leggi sono in diretta relazione tra di loro.

Egli si pone più favorevolmente nell'ipotesi data da Ivory, per la quale si suppone costante il rapporto tra il decremento di densità e quello di temperatura, e perfeziona la teoria stessa di Ivory (2) costruendo delle tavole più precise e maneggevoli, il che gli procurò il premio Lalande.

Per fare un ulteriore passo nello studio di un problema la cui natura è così complicata, Radau non pensava affatto di introdurre una ipotesi nuova nel senso ora considerato, ma sentiva piuttosto la necessità di modificare la base fondamentale su cui poggiavano tutte le altre teorie, ossia l'*ipotesi degli strati sferici concentrici*, e di studiare il problema da un nuovo punto di vista ben più generale e meno artificiale. Così egli pensò a un probabile dislivello degli strati atmosferici dovuto a sbalzi di temperatura e di pressione, e nelle tavole definitive (3) da lui calcolate tiene conto in maniera affatto nuova dell'umidità atmosferica e dei *fattori meteorologici locali*, attribuendo un'influenza non trascurabile ai venti e al variare delle stagioni. Anzi a questo proposito egli scrive (4) che " per dare alla teoria una base più solida, bisogna combinare osservazioni astronomiche con osservazioni di refrazione terrestre e di meteorologia (con palloni-

(1) Tom. XVI, 1882 e tom. XIX, 1889.

(2) R. Radau: Tables de l'intégrale $\psi(z) = e^{z^2} \int_z^\infty e^{-t^2}\,dt$ (*Annales de l'Observ. de Paris*, XVIII, 1885).

(3) Queste tavole, riconosciute oggidì come le migliori, e che costituiscono un mirabile lavoro di tenacia e di precisione, furono *couronnées* all'Accademia delle Scienze con il premio *Bordin*.

(4) *Bulletin Astronomique*, 1906.

sonda, ecc.) studiando la distribuzione e il dislivello delle superficie di eguale densità nell'atmosfera „. Certamente questo studio è della massima utilità, poichè oggi, per le esigenze dei lavori fotografici, si desidera una ben maggiore precisione nelle tavole di refrazione. Inoltre gli ultimi studî fatti sulle variazioni delle latitudini e sullo spostamento dei poli terrestri, hanno introdotti alcuni termini empirici nella legge stessa di variazione. Questi termini di carattere enigmatico che non dipendono da errori strumentali, sono dovuti in parte alle anomalie di refrazione (1) prodotte da una inclinazione e da un dislivello variabili negli strati atmosferici.

E Radau, cercando di staccarsi dalla tradizione della teoria classica (2), ha luminosamente provato che lo studio della refrazione astronomica solleva problemi di Analisi Matematica interessantissimi e una questione di Astronomia pratica, la cui importanza si accresce col progredire dei mezzi d'osservazione.

II. Figura e costituzione interna della Terra. — Riprendendo gli studi di Tisserand (3) sul classico problema posto da Clairaut per determinare lo schiacciamento dello sferoide fluido eterogeneo ruotante, quando sia cognita la legge di variazione della densità nell'interno, Radau (4) stabilì una formola, che può prendere senz'altro il suo nome, la quale collega lo schiacciamento ϵ con la densità media dello sferoide D e con la densità di strato generico ρ. Di più egli trovò che, affinchè questa formola sia verificata dai dati numerici forniti dalla *teoria della precessione*, lo schiacciamento deve soddisfare alla condizione

$$\epsilon \leq \frac{1}{297,3}$$

altrimenti bisognerebbe introdurre nella teoria per la densità ρ *una funzione discontinua*.

Questo nuovo risultato è della massima importanza, perchè misure geodetiche recentissime hanno provato luminosamente l'esattezza del valore ottenuto così per via teorica. La formola di Radau ha dato luogo a molteplici ricerche (5) ed è stata dimostrata in tutta la sua generalità da Poincaré (6); è per questo che tale risultato fu attribuito per lungo tempo allo stesso Poincaré, il quale però *ha sempre protestato* fino alla morte contro questa attribuzione.

Relativamente allo studio della costituzione interna della Terra, osserviamo che, pur non conoscendo la distribuzione delle densità, possiamo cercare di averne un'idea fondando la teoria su diversi dati d'osservazione: densità superficiale ρ_1, densità media D, il valore F di un integrale la cui forma è analoga a D, lo schiacciamento, ecc. La teoria è stata diretta in questo senso da Stieltjes (7),

(1) Pasquier: *Annales de la Société scientif. de Bruxelles*, 1912.

(2) Anche in Italia in questi ultimi anni dobbiamo al Bemporad una serie di ricerche dirette in senso *nuovo* e di sicura utilità.

(3) *Comptes Rendus* e *Bull. Astr.*, 1884.

(4) *Comptes Rendus* e *Bull. Astr.*, 1885.

(5) O. Callandreau: Sur la théorie de la figure des planètes, *Annales de l'Observ. de Paris*, tom. XIX, 1889.

(6) *Comptes Rendus*, 1888-CVII e *Bulletin Astron.*, 1889-VI, pagg. 5, 49.

(7) *Archives Néederlandaises*, XIX e *Bulletin Astron.*, 1884-I.

Tisserand, Callandreau, Poincaré, Maurice Léwy (1), Darwin (2), Hill ed altri; Radau (3) riprese specialmente la teoria di Stieltjes relativa ai limiti assegnabili alla densità nell'interno della Terra, traendone conseguenze di nuovo interesse, che egli ricollegò agli studi già da lui fatti sulla figura del geoide.

III. **Problema dei tre corpi.** — Il problema dei tre corpi, così come si presenta allo studioso, consta di elementi essenziali e di elementi, per dir così, ornamentali. Date le insuperabili difficoltà che offre la sua risoluzione, primo scopo di Radau fu di studiare fino a qual punto si può spingere l'eliminazione degli elementi che ostacolano il modo di procedere. E per semplificare le equazioni differenziali del movimento (4), introdusse un sistema di coordinate che a buon diritto ha preso il suo nome:

Siano m_1, m_2, m_3 i tre corpi nello spazio; consideriamo le coordinate di m_2 rispetto ad m_1:

$$\xi_1 \, , \, \eta_1 \, , \, \zeta_1$$

poi le coordinate di m_3 rispetto al baricentro g_1 di m_1 ed m_2:

$$\xi_2 \, , \, \eta_2 \, , \, \zeta_2$$

infine le coordinate del baricentro g di m_3 e di g_1:

$$X, \; Y, \; Z.$$

Trasformando così le equazioni, si eliminano subito le coordinate X, Y, Z che sono *cicliche* (5), si ottiene con semplicità il classico teorema di Lagrange, si riduce il *sistema canonico* all'ottavo ordine e si dimostra molto elegantemente il teorema che: *uno degli integrali delle aree basta per eliminare altre due variabili* (6).

Quando si procede addentro nel problema dei tre corpi, una delle questioni più interessanti è quella delle *perturbazioni secolari* degli elementi delle orbite, il cui studio è dovuto a Lagrange (7), specialmente per la parte che riguarda il *movimento secolare dei nodi* di tre orbite aventi una inclinazione qualunque su un piano fisso. Le equazioni differenziali che servono a determinare la posizione assoluta delle orbite sono di natura assai complicata. Radau abbordò questo problema nel 1857 e ne fece una tesi in latino (8) la quale andò perduta, ed

---

(1) *Comptes Rendus*, tom. CVI.

(2) *Proceedings of R. Astronomical Society*, 1883.

(3) *Bulletin Astron.*, 1890, pag. 76.

(4) Sur une transformation des équations de la Dynamique, *Annales de l'École Normale*, 1ª série, tom. V.

(5) In Meccanica Celeste si chiamano *cicliche* le coordinate che non figurano nei termini misti della forma quadratica che rappresenta la *forza viva*.

(6) R. Radau: Sur une propriété des systèmes qui ont un plan invariable, *Journ. de Mathém.*, 2ª série XIV, 1869. — Id.: Sur l'éliminations des noeuds dans le problème des trois corps, *Journ. de Mathém.*, 1869 e *Bulletin Astron.*, 1886.

(7) « Nouveaux Mémoires de l'Acad. de Berlin, 1774 ». Se ne può leggere la parte fondamentale nel tom. II della *Mécanique Analytique, Chap. IV*.

(8) Problema de motu nodorum orbitarum planetarium, adhibitis functionibus ellipticis tractatum.

egli allora riprese l'argomento nel 1864 (1). Partendo da un teorema noto di Lagrange (loco cit.), per il quale l'azione di uno dei pianeti m_1 sopra un altro pianeta m_2 fa retrogradare il nodo di m_2 su quello di m_1 in modo uniforme senza mutare l'angolo delle due orbite o inclinazione relativa, si riporta, con una trasformazione conveniente di variabili, a un sistema di tre equazioni differenziali di primo ordine lineari, i cui coefficienti sono funzioni doppiamente periodiche del tempo: l'integrazione di questo sistema determina in funzione del tempo i coseni degli angoli che le tre orbite formano con un piano fisso. Più tardi anche L. Hübner (2) diresse lo studio del problema in questo senso, ma la soluzione, si può dire, fu sviluppata in modo completo da F. Tisserand (3), il quale riuscì ad esprimere i tre coseni per mezzo di due integrali ellittici di terza specie. La lettura della Memoria di Tisserand suggerì poi a Radau alcune nuove riflessioni che egli mise a profitto per ottenere in questo campo importanti risultati numerici (4).

IV. Teoria della Luna. — Nel 1850 furono pubblicate le celebri tavole lunari di Hansen, che lo stesso autore annunciava come esattissime. Invece, siccome queste tavole erano state calcolate, per ciò che riguardava le piccole ineguaglianze, correggendo in base a considerazioni teoriche il moto lunare osservato dal 1750 al 1850, esse potevano rappresentare *solo per un certo tempo* con rigore il moto della Luna, tanto che nel 1889 vi erano degli errori in longitudine che ascendevano a circa 18", quantità evidentemente non trascurabile. E quando anche Delaunay provò che bisognava apportarvi una non lieve correzione, le tavole di Hansen così corrette mostravano un errore dell'estensione di 30" e di un periodo di circa 300 anni: in tal modo veniva ritardato o avanzato l'istante del passaggio della Luna al meridiano di poco più di un secondo di tempo.

La parte delle perturbazioni che riguarda l'azione del Sole si poteva dire esaurita, poichè Hansen e Delaunay avendole calcolate con metodi affatto diversi avevano trovato risultati quasi identici. Allora siccome il *movimento medio* della Luna non è costante ma va aumentando a causa di un piccolo termine nella longitudine proporzionale al quadrato del tempo (*accelerazione secolare della Luna*), le ricerche di Adams e Delaunay nel 1853 furono dirette allo studio del coefficiente dell'accelerazione che, calcolato da Airy in base ad antichi eclissi di Sole, si riteneva ammontare a 12". I calcoli dei due astronomi ridussero a 6",1 questo coefficiente, ma il solo vantaggio che si poteva trarre dall'adottare il nuovo valore di 6" non modificava per nulla gli errori delle tavole di Hansen nel senso ora considerato. Perciò esclusi gli errori nelle perturbazioni di origine solare, e corretto il coefficiente dell'accelerazione secolare, non rimaneva che l'influenza

(1) Sur un problème d'analyse proposé par Lagrange, *Revue « Les Mondes »*, de l'Abbé Moigno.

(2) *Jahrbuch ueber die Fortschritte der Mathematik*, tom. VIII, 1878, pag. 739.

(3) Mémoire sur les mouvements séculaires des plans des orbites de trois planètes, *Annales de l'Observ. de Paris*, XVI, 1882.

(4) *Bulletin Astronomique*, 1893, pag. 353.

delle azioni planetarie. Questa idea, dovuta a Newcomb, fu seguita da E. Neison (1), il quale r prendendo la discussione del materiale d'osservazione dal 1600 al 1880, tentò di ricavarne le correzioni empiriche delle tavole di Hansen per ineguaglianze dovute ai pianeti: il suo lavoro consiste in un calcolo d'interpolazione ritoccato qua e là da considerazioni teoriche, e certamente non doveva essere soddisfacente il risultato che poteva offrire una determinazione *quasi-empirica* dei tanti e tanti piccoli coefficienti delle ineguaglianze, dal momento che le tavole di Hansen, calcolate con un criterio simile, reclamavano una *correzione teorica* dello stesso ordine, senza parlare poi delle numerose ineguaglianze planetarie che in tal modo sfuggivano al calcolo!

Tuttavia le ricerche di Neison furono di una certa utilità e riuscirono a segnalare agli astronomi una forte ineguaglianza dipendente dalla longitudine del pianeta Giove. Questa fu calcolata con precisione per la prima volta da G. W. Hill (2), il quale ebbe occasione in questo modo di far noto il suo procedimento per il calcolo delle perturbazioni della Luna, procedimento che in gran parte si basa sul classico metodo di Delaunay, felice e geniale modificazione della *teoria degli arbitrarî di Lagrange*.

Dal momento che la teoria diretta in questo senso (3) aveva dato risultati confortanti e ne faceva prevedere dei migliori, si imponeva uno studio generale e sistematico dell'azione dei pianeti; così l'Accademia delle Scienze di Parigi propose per il *premio Damoiseau* la tesi seguente: *Perfezionare la teoria delle ineguaglianze a lungo periodo causate dai pianeti nel moto lunare; vedere se ne esistono alcune sensibili, all'infuori di quelle già note.* Ma non comparve alcuna comunicazione che fosse all'altezza dell'argomento, e allora nel 1892 la questione fu proposta di nuovo e il premio fu portato a 4000 franchi. Così mentre nel mondo scientifico si agitavano le presenti questioni e uomini di rara competenza come Newcomb, Tisserand (4), De Haerdtl prendevano la parola per discuterne, Radau (5) presentò le sue ricerche, per le quali gli fu assegnato il premio proposto. Per mezzo di alcune semplificazioni relative alla decompo-

---

(1) E. NEISON: Corrections required by Hansen's Tables of Moon, *Mem. of R. Astronom. Society*, 1884.

(2) On certain lunar Inequalities due to the action of Jupiter's, *American Journal of Mathem.*, 1884 e *Astronomical Papers for the Americ. Ephemeris*, tom. III

(3) PLANA: Sur deux inégalités à longue période dues à Vénus, *Astronom. Nachricht*, 1856. — DELAUNAY: Inégalités à longue période dues à Vénus, *Comptes Rendus*, 1860-LI, *Astron. Nachrich*, 1861, *Additions à la Connaiss. de Temps*, 1862, 1863. — NEWCOMB: Sur les inégalités dues à l'action des planètes, *Comptes Rendus*, LXXI-1870, LXXII-1871. — G. GOGOU: Sur une inégalité à longue période, due à l'action perturbatrice de Mars, *Annales de l'Observ. de Paris*, XVII. — M. HAMY: Calcul des inégalités d'ordre élévé (Application à l'inégalité à longue période causée par Vénus), *Bulletin Astron.*, tom. X, pagg. 41, 84.

(4) *Mémoires de l'Acad. de Sciences de Paris*, 1892.

(5) Sur certaines inégalités à longue période dans le mouvement de la Lune, *Bulletin Astron.*, 1892, pag. 137, 185, 245, 361. L'esposizione completa del metodo seguito e dei risultati si trova nella Memoria: « Recherches concernant les inégalités planétaires du mouvement de la Lune », *Annales de l'Observ. de Paris*, XXI, 1895.

sizione dei termini della funzione perturbatrice, egli ottiene in modo rapido e sicuro il valore numerico del coefficiente di un argomento qualunque della funzione perturbatrice della Luna (argomento dipendente dalla longitudine di uno dei pianeti). Resta a dedurne l'ineguaglianza corrispondente nella longitudine lunare ed egli vi perviene servendosi del sopranominato procedimento di integrazione dato da Hill nel 1884. Così incomincia dal calcolare rapidamente la parte principale dell'ineguaglianza (1) proveniente da Giove, già studiata, come dicemmo da Neison e da Hill. I suoi metodi di ricerca molto semplici e spediti gli permettono di esaminare sistematicamente *parecchie centinaia* di argomenti di ineguaglianze di origine planetaria a lungo e a corto periodo: non tiene conto di quelli che non hanno influenza sensibile, conserva gli altri che possono averne, e li riunisce in una tavola alla fine della Memoria, comprendendovi anche le ineguaglianze già conosciute in quel tempo. Si tratta di circa 70 argomenti, dei quali solamente 15 sono di una certa entità e apportano nel loro insieme (2) un errore di circa 3″5 di estensione. Il risultato certamente era al disotto delle previsioni e delle speranze di tutti, e le tavole lunari conservarono e conservano ancora il loro *errore in longitudine*, però il lavoro di Radau servì a dare una idea generale e *per quanto più possibile completa* della natura e dell'importanza dell'azione diretta o indiretta dei pianeti nel moto lunare. Evidentemente l'indirizzo di Radau era ben diverso da quello di Neison ed essendo per sua natura più *rigoroso* doveva senza dubbio avere un esito sicuro.

È interessante ricordare che E. De Haerdtl (3) paragonando alcuni dei coefficienti delle ineguaglianze di Radau con calcoli da lui fatti precedentemente, trovò un *forte accordo*, e concluse che con Radau si poteva dire *quasi esaurita la questione*. In altre parole, anche se si sperasse con calcoli ulteriori basati su dati numerici più esatti e su metodi migliori di attribuire ai pianeti una azione più sensibile sul moto della Luna, non si porterebbe che una meschina alterazione ai valori delle perturbazioni fissati da Radau!

Quindi la causa delle irregolarità del moto lunare sfugge per ora alla legge dell'attrazione Newtoniana e lo studio di essa rientra nelle speculazioni *puramente fisiche;* e la questione che si impone principalmente agli Astronomi è la teoria della Luna, tanto più oggidì perchè si vanno perfezionando i processi di investigazione nelle teorie fisiche e il modo di concepire il meccanismo dei fenomeni naturali. Radau sentiva profondamente questo impulso, tanto che non ha cessato mai dall'occuparsi di un tale problema, e sempre riguardo al moto della Luna ci ha lasciato un altro monumento, lavoro oltremodo faticoso e delicato che gli fece perdere quasi del tutto la vista: *il calcolo delle tavole lunari*

---

(1) In seguito questa ineguaglianza è stata oggetto ancora delle ricerche di S. Newcomb: « Investigation of the Inequalities in the Motion of Moon produced by the Action of the Planets » per lo studio dei fattori planetari e lunari della funzione perturbatrice, e recentemente da F. E. Ross: « New Computation of the Inequality with Jupiter's Longitude as Argument », *Astron. Nachr.*, 4456 e 4513.

(2) La ineguaglianza di periodo più lungo (880 anni) è dovuta ai pianeti Giove e Saturno; la più forte (0″90) è dovuta a Giove ed ha un periodo di anni 0,075.

(3) *Bulletin Astronom.*, 1893, pag. 124.

di Delaunay, delle quali licenziò per la stampa l'introduzione teorica (scritto degno del suo autore) pochi giorni prima di morire (1).

L'esame accurato di tutta questa produzione scientifica ci rivela anzitutto l'indirizzo assolutamente pratico e numerico, in una parola *astronomico* che Radau dava alle sue ricerche. Così egli si è preoccupato sempre di costruire tavole, di fornire rapidi metodi di calcolo, ossia di spingere la teoria a un risultato definitivo, che fosse direttamente controllabile con le osservazioni. Poi il metodo originalissimo che seguiva per trattare una questione qualsiasi, il quale consisteva nell'esporre in primo luogo un esame critico di tutti i lavori già esistenti sull'argomento: cosa questa utilissima per chi legge le sue Memorie e che certamente dava a lui occasione di perfezionare le teorie in più punti, trovando talvolta risultati nuovi e insperati. E tutto ciò unito sempre a una esposizione brillante per chiarezza e precisione di concetti, in uno stile corretto ed oltremodo elegante. Nel campo della scienza Radau ha mostrato ancora una volta al mondo intero che l'Astronomia costituisce una disciplina attraente per se stessa, fonte di belle ed intime soddisfazioni!

Roma, 1° agosto 1912. MARIO TOMASSETTI.

NOTIZIARIO

Astronomia.

La variabilità della Polare. — La bella scoperta dell'Hertzsprung, di cui parlammo già in queste pagine or fa un anno (v. *Rivista*, vol. V, pag. 378), ha ricevuto piena conferma da varie serie di osservazioni, e le conferme acquistano maggior valore per la diversità dei metodi usati. Ricordiamo che l'Hertzsprung si era servito di un ingegnoso procedimento fotografico che gli permetteva di usare come stella di confronto per la Polare una stellina debole ma vicinissima a quella, evitando in tal modo, o meglio rendendo meno sensibile l'influenza delle perturbazioni atmosferiche. Ricordiamo ancora che il suo materiale d'osservazione comprendeva ben 418 lastre raccolte in un intervallo di 6 mesi.

Ora Joel Stebbins, il ben noto inventore del fotometro a selenio, stabilisce anzitutto (*Astron. Nachr.*, N. 4596) di essere stato il primo a cercare di mettere in luce con osservazioni fotometriche la variabilità della Polare, ammettendo (precisamente come poi fece l'Hertzsprung) un periodo uguale a quello della variazione spettroscopica (2). Il suo tentativo, eseguito nel 1904, non riuscì, perchè la stella di paragone da lui scelta, che fu il compagno stesso della Polare, stellina di 9ª, distante appena 18″ dalla componente più lucida di 2ª grandezza, era troppo debole e di conseguenza l'intervallo di luminosità da misurare troppo,

(1) La modestia di Radau era così grande, che egli nell'atto di consegnare alle stampe questo suo ultimo lavoro, fatto per il *Bureau des Longitudes*, non voleva apporvi il suo nome!

(2) La Polare è notoriamente una doppia spettroscopica, cioè lo spettro risulta composto di due spettri distinti, le cui righe si spostano in un periodo di circa 4 giorni (3d.9681).

grande (7 grandezze) in confronto alla variazione che si trattava di mettere in luce e che poi è risultata di appena 1 decimo di grandezza.

Nel 1910 lo Stebbins riprendeva il tentativo col fotometro a selenio, ma dopo pochi saggi, convinto per le ricerche precedentemente fatte all'Osservatorio di Harvard (dove la Polare ha servito come stella campione per molte diecine di migliaia di osservazioni col fotometro meridiano) che la variazione non poteva superare i 5 centesimi di grandezza, temè di perdere il suo tempo, tanto più che la Polare si presentava in condizioni più difficili di molte altre stelle, sia per la mancanza di stelle lucide in vicinanza, sia per l'ubicazione dell'Osservatorio di Urbana che si trova a Sud della città omonima. Egli rivolse quindi la sua attenzione ad altri obbietti più promettenti, e fece infatti le brillantissime scoperte del minimo secondario di Algol, della variabilità di β Aurigae e di δ Orionis ma nel frattempo l'Hertzsprung gli portava via la bella scoperta della variabilità della Polare. Però, appena conosciuto il risultato dell'Hertzsprung, lo Stebbins ha subito cercato di ottenerne la conferma, e l'ha ottenuta con una tal facilità da convincere ognuno che prima o poi anche l'astronomo di Urbana sarebbe arrivato indipendentemente alla stessa scoperta.

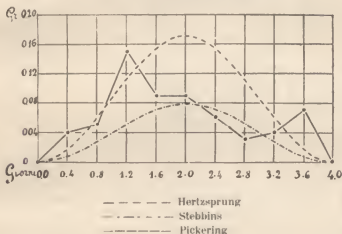
Per comprendere la delicatezza delle misure dello Stebbins basterà accennare che, pur circoscrivendo le osservazioni in un intervallo di un'ora per sera, per far sì che la stella di confronto usata (β Ursae minoris) si trovasse all'incirca alla stessa altezza della Polare, le correzioni massime dipendenti dalla differenza di assorbimento atmosferico sulle due stelle furono precisamente di importo uguale a quello delle oscillazioni massime poi messe in luce per la Polare ($\pm$ 0^m.05). Ciò val quanto dire che anche una piccola variazione di trasparenza da un giorno all'altro poteva bastare a nascondere completamente il fenomeno che si trattava di mettere in luce. Vero è che lo Stebbins aggiunge di aver eseguito le sue misure solo con cielo assolutamente sereno (*a first class sky*), ma è pur sempre meraviglioso che con sole 17 sere d'osservazione e con sole 4 osservazioni per sera egli abbia potuto stabilire una curva di luce sostanzialmente identica a quella già dedotta dall'Hertzsprung sulla base di un materiale d'osservazione tanto più considerevole. Sottilizzando anzi, si troverebbe che i singoli valori normali si accostano meglio alla curva di ragguaglio dello Stebbins che a quella dell'Hertzsprung. La curva risulta ancora perfettamente sinusoidale, soltanto l'amplitudine è di appena 8 centesimi di grandezza, mentre all'Hertzsprung risultava di 17 centesimi. Questo fatto era del resto preveduto (1), essendo noto per le ricerche del Wirtz che le variabili del tipo di δ Cephei, alle quali per le caratteristiche dello spettro si avvicina la Polare, hanno appunto fotograficamente una escursione maggiore, all'incirca il doppio, che visualmente, e l'escursione visuale è a sua volta maggiore di quella indicata dal fotometro a selenio. Per quanto riguarda infine l'epoca del massimo, essa risulta allo Stebbins in ritardo di 2 ore appena sull'epoca assegnata dall'Hertzsprung. Come conclusione delle sue ricerche lo Stebbins rileva legittimamente che la conquista del centesimo di grandezza nelle osservazioni col fotometro a selenio è ormai un fatto compiuto; adesso è questione dei millesimi, e per questo egli esprime appunto in millesimi di grandezza i risultati delle sue osservazioni.

(1) Cfr. *Rivista*, Tomo V, pag. 380.

Altre due conferme della variabilità della Polare sono contenute in una delle ultime circolari (N. 174) dell'Osservatorio di Harvard College, una per via fotografica dovuta all'astronomo King, l'altra per via visuale dovuta al Direttore E. C. Pickering, e questa è particolarmente interessante. I grandi cataloghi fotometrici di Harvard sono stati ottenuti mediante il confronto fotometrico *diretto* (1) di tutte le stelle catalogate colla Polare nella presupposizione che questa avesse luminosità costante. Per accertarsi di ciò vennero scelte 100 stelle di confronti fra + 58° e + 76° di Declinazione, e per molti mesi di seguito tre astronomi: Pickering, Searle e Wendell eseguirono un grandissimo numero di confronto delle dette stelle colla Polare. Una variabilità di questa avrebbe dovuto rivelarsi colla comparsa di errori sistematici nelle grandezze dedotte per le dette stelle sotto l'ipotesi della costanza della Polare. La formazione delle medie mensili per le dette grandezze non lasciò apparire traccia di tali errori sistematici. Il valore medio delle differenze fra le dette medie e i singoli valori osservati importando appena ± $0^m.02$, pareva impossibile che sotto un importo così esiguo potesse celarsi un errore sistematico apprezzabile. Non si pensò però che l'esiguità del detto importo garantiva solo dell'esistenza di variazioni apprezzabili con periodo lungo, p. es. di alcuni mesi, non già da eventuali variazioni a breve periodo, specialmente del tipo di δ Cephei, nelle quali la variazione è circoscritta a un breve intervallo attorno al massimo, o del tipo di Algol nelle quali avviene lo stesso pel minimo. E infatti adesso il Pickering riprendendo in esame le stesse differenze, però coll'esclusione delle prime 70 serie di misure nelle quali non si erano prese tutte le precauzioni per assicurarsi dell'esatto funzionamento del fotometro, ottiene, sempre nell'ipotesi dello stesso periodo di circa 4 giorni ($3^d.9681$), la seguente variazione della grandezza della Polare dal valor medio:

Fase in fraz. di giorno	Variazione di grand. della Polare
$0.^d2$	$+0.^m01$
0. 6	− 0. 06
1. 0	− 0. 02
1. 4	− 0. 01
1. 8	+ 0. 09
2. 2	+ 0. 03
2. 6	+ 0. 03
3. 0	0. 00
3. 4	− 0. 03
3. 8	− 0. 02

(1) Vi sono dei fotometri, come il fotometro meridiano di Pickering e quello a prismi dello Steinheil, nei quali si confrontano direttamente fra loro 2 immagini stellari portate simultaneamente nello stesso campo, altri come il fotometro di Zöllner e quello a cuneo modificato dal Müller e dal Rosenberg, nei quali le immagini stellari sono confrontate con una immagine artificiale, e quindi il confronto di due stelle è il risultato di due successivi confronti colla detta immagine. Altri fotometri infine, come quello a cuneo nella forma più comune, quello a selenio ed altri ancora, non hanno alcuna immagine di confronto, e anche con questi il confronto di due stelle ha luogo mediante operazioni *successivamente* eseguite sull'una e sull'altra stella.

Si noterà che il valor medio di questi residui considerati in valore assoluto è ± 0m.03 di poco superiore al valor medio ± 0m.02, che già risultava dalle medie mensili di tutto il materiale d'osservazione. Invece la media di tutti i residui considerati col loro segno è zero, come doveva essere, trattandosi di residui di singoli valori rispetto al valor medio. Ma intanto l'andamento delle differenze rispetto al tempo (fase) è del tutto sistematico e accenna ad una curva del tipo di δ Cephei con amplitudine di circa 1 decimo di grandezza.

Nell'unita figura sono riprodotte le tre curve ottenute da Hertzsprung, Stebbins e Pickering e per renderne più accessibili le differenze intrinseche abbiamo supposto identiche pei tre casi le epoche e le luminosità del minimo. Le osservazioni del Pickering sono troppo lontane in tempo da quelle degli altri due per poter decidere se la differenza nella forma delle curve di luce dipende solo dalla diversità dei metodi adoperati o se è l'espressione di qualche fenomeno realmente intervenuto nel sistema di α Ursae minoris. Le ricerche ulteriori decideranno in proposito *bmp.*

Le variazioni di latitudine (da lettera del Dr. Bianchi al Dr. Cerulli). — Ho letto il suo bell'articolo su " Le variazioni di latitudine ", pubblicato nel fascicolo di ottobre scorso; mentre la ringrazio delle cortesi parole colle quali ella volle ricordarmi, mi permetto alcune osservazioni.

Per la Storia è bene ricordare che, non appena avvenuto da parte del Kimura l'annunzio del suo termine *z*, lo Chandler avvertì subito che tal termine poteva interpretarsi come l'effetto di una piccola variazione annua nella direzione della verticale; in altre parole, come l'effetto di un " moto di va e vieni " del centro di gravità terrestre lungo l'asse di rotazione.

Più ancora dello Chandler, lo Schumann poneva bene in luce il probabile significato da darsi a detto termine. Partendo egli infatti dalla ipotesi del Wiechert sulla costituzione interna del nostro globo, e tal ipotesi leggermente modificando,

deduceva l'espressione teorica della variazione di latitudine mediante formula trinomia, in cui il terzo termine è precisamente del tipo:

$$z = K. \cos \varphi$$

dipendente adunque dalla latitudine, come del resto è logico ed immediatamente intuitivo se ammettiamo che tal termine null'altro rappresenti se non l'anzidetto moto di va e vieni del centro di gravità.

Ma, è proprio *necessaria* tale interpretazione?

In altri termini:

È ammissibile e concepibile il fenomeno della variazione delle latitudini senza il termine z quale rappresentante dell'or ricordato moto del centro di gravità?

Certo che sì; poichè nessun concetto meccanico o nessun fatto noto endogeno implica di doverne riconoscere e quindi ammettere *a priori* l'esistenza.

Ed allora nessun obbligo c'era di portare *a priori* modifica alcuna alla formula originaria che rappresenta le migrazioni del polo sul piano tangente alla terra nel polo medio, alla formula cioè:

$$\Delta \varphi = x. \cos \lambda + y. \sin \lambda \ (1).$$

La questione vera sta tutta nella risposta da darsi alla seguente domanda:

Il termine z, quale risulta dal servizio internazionale delle latitudini, è esso reale o no?

Le opinioni sono oggi *necessariamente* disparate; alcuni astronomi e geodeti negano la possibilità che nelle osservazioni internazionali esista e permanga un vizio tale da dar luogo a detto termine; sia esso vizio imputabile al carattere del programma d'osservazione, sia invece imputabile alle costanti di riduzione; e se così fosse di sicuro, la realtà del termine in parola potrebbe anche designarlo come espressione del moto oscillatorio del centro di gravità terrestre.

Altri astronomi spiegano invece il fenomeno quale manifestazione dovuta a fatti cosmici nuovi come anomalie annue della rifrazione o influenza della così detta *rifrazione cosmica;* altri infine null'altro vedono in detto termine che l'espressione di un vizio nelle osservazioni internazionali derivante dal carattere del programma usato; e così pensano anche se osservazioni isolate, come quelle di Pulkova, diano valida conferma ai risultati internazionali: appunto perchè dette osservazioni isolate prestano il fianco a critiche sostanziali tutt'altro che lievi.

Quale adunque la via d'uscita? Come, cioè, arrivar a risolvere la questione?

Io penso che dopo dieci anni da che durano le incertezze e solo s'affollano ipotesi su ipotesi, sia ben giunto il momento di affrontare decisamente la questione stessa e penso anche che il risolverla sia, forse, cosa men grave di quanto si possa credere.

Occorre però decidersi ad una riforma *radicale* dell'odierno servizio internazionale delle latitudini. E cioè:

1° Si sopprimano, anzitutto, alcune delle attuali stazioni che, oggi, in numero di 8, rappresentano una mole immensa di lavoro d'osservazione e di cal-

(1) Ci sia lecito osservare che l'obbligo di tener conto del termine Z nasceva appunto dal non potersi *a priori* nulla affermare circa l'esistenza o non-esistenza dei moti del centro di gravità. Quella che doveva far luce *a posteriori* era l'esperienza, la quale non poteva in altro consistere che nella risoluzione di equazioni a tre incognite, anzichè a due. Questo è l'unico passo dell'interessantissima lettera del prof. Bianchi, in cui non possiamo dichiararci con lui d'accordo. *c.*

colo, da un lato assolutamente superflua allo scopo di tracciare sicura la marcia del polo, dall'altro assolutamente impotente a risolvere la questione del termine z.

2° Simultaneo al funzionamento (con programma immutato) delle stazioni attuali ridotte, per es., in numero di quattro (due australi e due boreali a circa 90° di longitudine l'una dall'altra), si attui il funzionamento di *almeno* due nuove stazioni, l'una all'incirca sull'equatore (*Quito, Madras)*, l'altra ad una latitudine il più alto possibile *(Pulkova, Helsingfors)*; ma abbiano tali nuove stazioni un programma d'osservazione sostanzialmente diverso da quello odierno; sia lor compito cioè di determinare la latitudine con osservazioni fatte su *stelle singole zenitali* anzichè su coppie. E qui le ripeto senz'altro quanto scrivevo in febbraio del 1909 nella Nota ai Lincei ch'ella ricorda nel suo articolo:

" Si osservino nel corso di un anno delle stelle strettamente zenitali e di coordinate ben note specie nei riguardi del loro moto proprio in declinazione e lo si faccia su *ciascuna* stella, così come si procede nel metodo di Talcott. Tali osservazioni, per la loro stessa natura, eliminano subito due delle cause determinanti, secondo il *Hirajama*, il termine z; ci si mette cioè nel caso della osservazione di una coppia *ideale* avente nulla la differenza delle ascensioni rette delle stelle e pur nulla la distanza zenitale. Di modo che rimarrebbe ancora soltanto la terza causa accennata dal *Hirojama*, quella relativa allo splendore delle stelle. Potendo però le osservazioni esser fatte *su stelle di diverso splendore opportunamente concatenate in modo da rendere possibile l'attenta sorveglianza del moto del polo nel corso di un anno intiero......* così ecc., ecc. "

Dopo un paio d'anni di osservazioni fatte nelle stazioni attuali con programma immutato, nella stazione equatoriale e nella boreale col programma di zenitali or accennato, è ben da aspettarsi una conclusione decisiva rispetto al termine z; poichè:

1° o il termine z, quale ora noi conosciamo, *è reale ma non esprimente il moto di va e vieni del centro di gravità*, ed allora le due stazioni aggiunte dovranno dare valori di z che confermano quelli forniti dalle stazioni del parallelo 39;

2° o il termine *z è reale e manifestazione dell'anzidetto moto del centro di gravità* ed allora le due stazioni aggiunte dovranno assieme alle attuali, testimoniarne la dipendenza dalla latitudine secondo la funzione $\cos\varphi$;

3° o il termine z, quale ora noi conosciamo, *è illusorio e frutto soltanto di vizi derivanti dal tipo del programma a coppie (Kirojama)* ed allora le stazioni aggiunte ce lo dovranno fornire in valori assolutamente nulli nel corso dell'intiero anno.

Taccio per ora le considerazioni che suggerirebbe il verificarsi dell'ipotesi 1ª fra le tre ora accennate; solo piacemi dirle che le idee da me ora sommariamente e troppo incompletamente svolte, ebbi già a discutere e sostenere in una conferenza che tenni a Roma nel giugno scorso presso la Società Italiana di Fisica. Qui nulla più credo di dover soggiungere in attesa che siano pubblicati i Resoconti dell'ultima Conferenza (XVII) della Associazione Geodetica internazionale tenuta ad Amburgo nel settembre scorso, dove l'Italia era ben rappresentata dai suoi Delegati prof. senatore *Celoria* (Presidente della Commissione geodetica italiana) e professori *Guarducci* e *Reina* (membri di detta Commissione nostra).

Nelle riunioni tenute in quella contingenza dalla *Commissione speciale delle latitudini* (e l'onore di presiederla toccò al senatore *Celoria*) il problema che ci interessa fu oggetto di dotte discussioni e deliberazioni che, ripeto, attendiamo di conoscere con speciale interesse.

È noto a tutti come l'Italia occupi nel Problema della variazione delle latitudini un posto ben onorevole; sembra dunque legittimo il desiderio che anche alla risoluzione del problema del termine *z* essa porti comunque il suo efficace contributo. Posti come siamo all'incirca sul parallelo delle stazioni internazionali boreali, riesce a noi impossibile dare ausilio alcuno per quanto riguarda il decidere se detto termine sia realmente o no una funzione della latitudine.

Ma se nulla possiamo porgere da questo lato della questione, ben possiamo invece concorrere alla decisione della dipendenza o meno di esso termine dal tipo di programma d'osservazione che si svolge a coppie nelle stazioni internazionali. Come le dissi altre volte a viva voce, sembrami cioè desiderabile che anche da noi, con osservazioni fatte secondo il programma accennato di zenitali assolute, fra loro concatenate come le coppie del servizio internazionale, si concorra a decidere se o meno siano attendibili le induzioni del *Kirajama*. Superato questo punto, dichiarata valida cioè o no la 3ª delle ipotesi sopra specificate, la questione rimane notevolmente circoscritta; e forse anche avviata ad una risoluzione definitiva.

Suo aff.mo Bianchi.

Scala colorimetrica di Osthoff. — Fin dalla prima proposta di Schmidt di contrassegnare i colori delle stelle con numeri esprimenti le varie gradazioni dal bianco (0) fino al rosso (10) molte scale colorimetriche sono state applicate (Innes, Chandler, Hagen). A tutte Osthoff muove l'appunto di far troppo spazio alle suddivisioni dal giallo all'arancio e al rosso e di rendere la definizione dei colori troppo incerta per voler considerare l'arancio come un colore fondamentale al pari del giallo e del rosso. L'occhio umano non è uno spettroscopio e considererà sempre l'arancio come un misto di giallo e di rosso. I colori essenziali che bisogna tener presenti sono soltanto il bianco, il giallo e il rosso; il giallo è il colore predominante in tutto il cielo stellato, comparendo in parte solo, in parte mescolato col bianco o col rosso. Di conseguenza l'Osthoff propone di abbandonare l'antica scala di 10 gradi, sopprimendo il rosso che, come rosso puro, non esiste fra le stelle, e suggerisce la seguente scala che unisce i vantaggi della simmetria e della chiarezza.

	Gradi di colore	Sigle del colore	Spiegazione
Stelle bianche	0	W	Bianco
	1	GW	Bianco gialliccio (prevale il bianco)
	2	WG	Bianco giallo (bianco e giallo in parti uguali).
Stelle gialle	3	HG	Giallo chiaro
	4	G	Giallo puro
	5	DG	Giallo scuro.
Stelle rossicce	6	RG	Giallo rossiccio (prevale il giallo)
	7	O	Giallo e rosso in parti uguali (Arancio)
	8	GR	Rossastro (prevale il rosso sul giallo)
	9	R	Rosso puro.

Si può fare l'osservazione che le sigle di due lettere sono adoperate in tre casi per indicare che il 2° colore fondamentale è il predominante (così le sigle GW, RG, GR) e questa è la regola tenuta anche nelle indicazioni colorimetriche di Potsdam, ma in un caso (WG) s'intende espressamente che i due componenti entrano in parti uguali. Questo, come pure le sigle HG, DG per indicare il giallo chiaro e il giallo scuro, par che guasti l'uniformità di notazione. A noi pare che aiutandosi coi segni + e — usati anche a Potsdam per indicare un tono più scuro o più chiaro di colore si potrebbero semplificare le sigle come segue, lasciando naturalmente inalterato il significato:

W	G —	RG —
W +	G	RG
WG	G +	RG +

bmp.

Sulla distribuzione lungo la via lattea di oggetti celesti di determinati tipi spettrali. — In nessuno studio la mente umana prova più angoscioso il senso della propria insufficienza quanto nell'accingersi al paragone e alla analisi delle svariatissime ipotesi cosmogoniche fin qui escogitate. Ognuna di esse cade in qualche punto in difetto e reclama ipotesi secondarie e collaterali, ma ciò che più di qualunque appunto di carattere particolare o contraddizione di dettaglio sembra scoraggiante per lo scienziato è il vedere come certe circostanze fisiche e dinamiche alle quali in talune di dette ipotesi è attribuita una funzione essenziale e necessaria ai fini della costituzione ed ordinamento dell'universo possano apparire completamente trascurabili da un altro punto di vista, e condurre ad un'altra ipotesi egualmente logica. Ciò induce a pensare che il progresso in questa materia sia strettamente subordinato a quello delle scienze fisiche inteso nel senso del coordinamento delle parti più che nella profondità in direzioni speciali, e dipende, in breve, dalla possibilità di creare una *Energetica* veramente generale che comincia per altro effettivamente a delinearsi. In attesa di che all'astronomo resta pur sempre l'ufficio utilissimo di raccogliere fatti e cercare di scorgere le mutue relazioni fra di essi sforzandosi di emanciparsi, per quanto possibile, da tesi preconcette. È quel che fa p. es. l'*Hertzsprung* in un suo sobrio articoletto (*Astr. Nach.* Bd. 192, N. 15). Egli considera sette categorie distinte di oggetti celesti appartenenti alla regione della via lattea, classificati prevalentemente dal punto di vista del tipo spettrale, caratteristica che deve rispecchiare in modo più o meno fedele lo stadio di evoluzione cosmica e portare quindi eventualmente argomenti in favore della identità di origine dei corrispondenti corpi. Le suddette categorie sono formate sulla base della grandiosa classifica spettrografica (*Draper Catalogue* e seguenti) fatta all'Osservatorio di *Harvard College* sotto la direzione di *Ed. C. Pickering* ed esaminate dal punto di vista della loro distribuzione rispetto alla regione della via lattea nel modo che esporremo. Esse sono:

1° Stelle cosidette gassose (Heliumsterne).

2° Variabili *ad oscuramento* (più comunemente dette ad *eclissi*, senza una distinzione fra i due tipi di Algol e β Lyrae che dal presente punto di vista non pare all'autore abbia importanza).

3° Stelle della categoria *c* (classificazione di *Antonia C. Maury, Harvard Annals*, vol. 28, p. I) delle quali gli spettri presentano una nitidezza e finezza caratteristica nelle righe dell'idrogeno e dell'elio e stelle *a c* che presentano, oltre alle dette particolarità, delle righe peculiari, senza riscontro nello spettro solare.

4° Stelle del gruppo V (class. *A. C. Maury*).

5° Nebulose gassose.

6° Stelle del tipo IV (*A. C. Maury*).

7° Variabili del tipo δ Cephei con variazione luminosa fra $0^m,4$ e $2^m,0$ e periodi fra 2 e 30 giorni.

Riferendosi alla posizione più attendibile del polo nord della via lattea $\alpha = 190°$, $\delta = + 28°$ (Pickering, 1900) l'Autore determina per ognuna delle serie di oggetti sopra elencati il piano d'orientamento più probabile e quindi il polo nord del corrispondente circolo massimo sulla sfera celeste. Si nota, anzitutto, nei risultati una conferma di quanto rileva il *Kobold* (Ban des Fixsternsystems) sulla impressionante esattezza con cui si presenta l'orientamento di certe categorie di oggetti celesti secondo piani determinati: difatti l'error medio con cui risultano le coordinate sferiche (equatoriali o galattiche) dei poli dei detti circoli massimi oscilla intorno ad *un grado*. Per quanto riguarda la posizione di tali punti rispetto al polo della via lattea si vede che le distanze, sebbene indiscutibilmente eccedenti l'importo degli errori medi, *non superano gli 8°* (categoria 1) e che il polo medio fra quelli corrispondenti alle 7 categorie *coincide quasi esattamente con quello della via lattea*. Inoltre le stelle delle categorie 1 e 4 manifestano una notevole preferenza per certe determinate longitudini galattiche e cioè rispettivamente 248° e 305° con regioni egualmente caratteristiche per diradamento a 180° di distanza.

L'Autore termina la sua interessante per quanto concisa nota col determinare il piano di orientamento degli ammassi globulari, il quale *nettamente si discosta dalla via lattea*. Trovasi in base a 65 di tali ammassi per le coordinate del polo del corrispondente circolo la posizione $\alpha = 265°,0$, $\delta = -57°,0$.

V. N.

Geodinamica.

Le repliche del disastroso terremoto Calabro-Messinese del 28 dicembre 1908. — Nel n. 8 di questa *Rivista* (agosto 1912) facemmo una piccola statistica delle 450 scosse di terremoto sentite in Italia durante il 1908 e riportate nel Notiziario sismico italiano di detto anno; ponemmo in rilievo che una sessantina delle medesime erano da considerarsi come repliche, durante gli ultimi 4 giorni dell'anno, dell'orribile commozione sismica che il 28 dicembre distrusse Messina e Reggio Calabria, ed aggiungevamo che probabilmente il numero delle repliche, quali furono dedotte dal Notiziario, era inferiore al vero.

È stato pubblicato da poco tempo dall'Osservatorio di Messina l'*Annuario dell'anno 1909* ed ivi si trova un elenco delle scosse sentite in questa città dal 28 dic. 1908 a tutto dic. 1909. Quest'elenco è stato compilato dal sig. Gaetano Spadaro, che studente nel 1908 nel R. Istituto Nautico di Messina, prestava servizio anche all'Osservatorio. Essendo perito nel disastro il 2° assistente sig. Rapidà, ferito gravemente il 1° assistente ing. Fenech, il quale per ragioni di famiglia non

potè poi riprendere il suo posto all'Osservatorio, ed essendo partito lo stesso Direttore prof. Rizzo, l'ufficio d'assistente venne disimpegnato dal solo Spadaro, che impavido in mezzo al continuare delle scosse, non tralasciò mai dal prenderne nota con assiduità e scrupolosità, rendendo così non lieve servizio alla scienza. Ed egli merita il maggior encomio per il fatto che, in mezzo a difficilissime condizioni morali e materiali, ebbe a svolgere l'opera sua nella difficile raccolta di tutti i dati che figurano nell'elenco in questione. Dal medesimo rileviamo che si sentirono a Messina, negli ultimi quattro giorni del 1908, ben 87 scosse, e durante l'intero anno 1909 altre 862 le quali, aggiunte alle precedenti, fanno un totale di 949 scosse ripartite nel modo che segue:

		Scosse strumentali	Scosse avvertite dall'uomo	Totale
28-31 dicembre	1908	? (1)	87	87
gennaio	1909	?	93	93
febbraio	„	?	20	20
marzo	„	30	123	153
aprile	„	32	90	122
maggio	„	41	75	116
giugno	„	8	82	90
luglio	„	28	96	124
agosto	„	24	76	100
settembre	„	13	46	59
ottobre	„	12	48	60
novembre	„	13	51	64
dicembre	„	20	62	82
	Totale	221	949	1170

Le 949 scosse sensibili si possono ritenere, nella massima parte, quali repliche della memoranda commozione sismica del 28 dic. Le medesime sono state ripartite nel seguente modo per ciò che si riferisce alla loro intensità, misurata secondo la scala convenzionale " Mercalli ".

Intensità		Numero delle scosse
Leggierissime	grado II	321
Leggiere	„ III	350
Sensibili	„ IV	157
Sensibilissime	„ V	63
Forti	„ VI	35
Fortissime	„ VII	18
Rovinose	„ VIII	4 delle quali 2 nel dic. 1908 e 2 nel gennaio 1909.
Rovinose-disastrose	„ VIII-IX	1 nel luglio 1909.
	Totale	949

(1) Il microsismografo *Vicentini*, l'unico strumento in azione, cessò dal funzionare appena principiata la grande scossa della mattina del 28 dic. e disgraziatamente non fu fatto rifunzionare che coi 1° marzo successivo.

***

Le anzidette repliche confermano, una volta di più, che ad una scossa di straordinaria violenza tien dietro, quasi sempre, un numero considerevole di scosse la cui frequenza e la cui intensità, in generale, decrescono più o meno lentamente. Ciò sta a significare che dopo rotto bruscamente l'equilibrio negli strati terrestri, i medesimi disturbati o per aumento o per decremento di pressione o per scorrimento o mancanza di appoggio, ecc., non ritornano allo stato di riposo, che in seguito ad una serie di altri movimenti vieppiù deboli. Lo studio delle repliche è importantissimo, anzitutto perchè può gettare una grande luce intorno alla genesi del fenomeno, e poi perchè potrebbe far scoprire qualche legge che facesse prevedere l'andamento delle scosse consecutive e per conseguenza darebbe il modo di rassicurare gli abitanti della regione colpita che vivono in continua ansia persino fuori delle loro abitazioni, e trasaliscono ad ogni più piccola scossa. Pur troppo però siamo ancora ben lontani dal raggiungere quest'ultimo scopo, nonostante i tentativi fatti da vari sismologi in proposito.

Il *Davison* su questo argomento ha scritto che nessuna forte commozione sismica giammai avviene senza che sia accompagnata da numerose altre più lievi poche delle quali la precedono e le altre, più numerose, la seguono per molti mesi. Secondo l'*Omori*, un forte terremoto è quasi immancabilmente seguito da repliche più deboli e, se esso è distruttivo, il loro numero può ammontare a centinaia e migliaia. Egli ha voluto rappresentare l'andamento delle repliche con la formola semplicissima $y = \frac{k}{x+h}$ che è l'equazione d'una iperbole equilatera, nella quale x indica il tempo, y il numero delle repliche, ed h e k due costanti. Questa formola permetterebbe dunque di calcolare il numero delle repliche che si potessero verificare dopo un determinato intervallo di tempo dalla grande scossa.

Ben presto però s'è rivelata l'insufficienza di detta formola e su ciò il dottor A. Cavasino non ha mancato recentemente di richiamare ancora l'attenzione dei sismologi nel vol. XV del *Boll. della Soc. Sism. It.* dopo aver applicato il procedimento dell'Omori alle repliche del terremoto ligure del 23 febbr. 1887. E se noi stessi ci divertiamo a riportare sopra una carta quadrettata il numero mensile delle repliche avvertite a Messina nel 1909, rimarremo assai imbarazzati nel volere anche lontanamente trovare un'analogia tra la spezzata che ne verrebbe fuori e l'iperbole equilatera (1). Sicchè, possiamo anche noi concludere, con il Cavasino, che la formola dell'Omori ha un valore scientifico molto limitato e può tutt'al più essere applicabile soltanto in quei casi speciali su i quali fu basata (2). La predetta formola, ad ogni modo, riguarda soltanto la frequenza delle repliche e non tiene affatto conto d'un altro fattore importantissimo, quale

(1) Ad uguale insuccesso si giungerebbe quand'anche si volessero prendere in considerazione le scosse puramente strumentali, che cominciarono ad essere registrate a partire dal 1° marzo 1909.

(2) Eppure non è mancato chi, basandosi sulla formola dell'Omori, quasi che si trattasse di una verità fuori discussione, ha voluto risolvere tanti altri problemi difficili di sismologia.

è la loro intensità. Egli è chiaro che l'orgasmo in cui si trova già una popolazione per il succedersi di altre scosse, è dovuto precisamente al timore che tra esse ve ne possa essere qualche altra che finisca per completare il disastro e seppellisca i sopravviventi sotto le rovine dei muri già lesionati e crepacciati, ancora in piedi. In generale, si sa essere poco probabile che ad una forte commozione sismica succeda, nel medesimo periodo sismico, altra più forte ancora. Il compianto dott. Cancani si è voluto occupare di siffatta questione, col prendere in esame ben 300 periodi sismici italiani meglio conosciuti, verificatisi in quasi sei secoli e cioè dal 1315 al 1902 ed ha trovato che 213 periodi si presentano con la scossa principale all'inizio e gli altri 87 con una o più scosse notevoli a periodo più o meno inoltrato. Dunque il 71 per cento soltanto dei periodi sismici da lui considerati si presentano colla più forte scossa al principio, e ciò dimostra quanto grande deve essere la responsabilità di chi, non ponderando le risposte, si lascia trasportare dal desiderio di tranquillizzare le popolazioni spaventate con presagi ottimisti. Infatti, quasi una volta sopra tre, stando al Cancani, si correrebbe il rischio di sbagliare il prognostico! Ma v'è pericolo che la percentuale dei casi sbagliati sia ancora più elevata, se si rifletta che durante l'intervallo di tempo più o meno lungo, detto *periodo istero-sismico* — in cui hanno luogo più o meno numerose scosse da riguardarsi come la naturale conseguenza d'una prima scossa violentissima — ne avvenga altra non meno notevole, che alla sua volta si può riguardare come la causa d'un nuovo periodo *istero-sismico* e così di seguito. E questa possibilità è tutt'altra che rara. Basta ricordare il pietoso caso della disgraziata Casamicciola, che colpita da un rovinoso terremoto nel 1881 ebbe poi a subire l'estrema rovina poco più di due anni dopo (1883). Ed ancor meglio significante è l'esempio della città di Zante, che già tanto devastata dai terremoti del 31 genn. e 1° febb. 1893, dovè soggiacere a danni ancor più gravi il 17 aprile successivo! Chi sa dire se siamo qui in presenza di una vera replica più disastrosa dell'iniziale, oppure se si tratta del principio di un nuovo periodo sismico?

Ritornando alle repliche sentite a Messina durante il 1909 e che, come abbiamo visto, sono bene lontane dal seguire l'andamento voluto dalla formola dell'Omori, v'è da notare, per di più, che se ne ebbero alcune assai forti anche a grande distanza dall'inizio del periodo sismico, e precisamente due del VII grado nel mese di maggio ed una perfino del VIII-IX grado nel mese di luglio, cioè mezzo anno circa dopo la catastrofe!

G. AGAMENNONE.

Magnetismo.

Aurora boreale. — Il giorno 2 del corrente mese d'ottobre trovandomi dopo il tramonto del Sole nella valle del fiume Nera, non lontano dalle rovine del ponte d'Augusto (60 chilometri circa al Nord di Roma), vidi in cielo sopra l'orizzonte Nord-Est una zona di luce giallo-verdastra che vinceva il chiarore del crepuscolo; il cielo allora perfettamente sereno e più ancora la forma regolare della zona solitaria escludevano che essa fosse una nube ordinaria. La figura geometrica che più le somigliava era quella d'un rettangolo; che misurasse 20 gradi di base e 4 d'altezza; la base adagiata parallelamente all'orizzonte distava da questo 5 gradi circa.

Mentre la figura era limitata da tre lati sensibilmente rettilinei, il lato inferiore appariva ondulato e comprendeva nella sua lunghezza quattro semionde di 5 gradi ciascuna; quest'ondulazione si ripeteva in sottili linee oscure anche nell'interno della zona e tutta la figura sembrava divisa in due parti uguali da una di queste linee più spessa e parallela come le altre all'orizzonte. Questa andò a poco a poco dilatandosi, invadendo le regioni più chiare, e 20 minuti dopo il momento in cui m'ero accorto della presenza del fenomeno, esso era scomparso (ore 7 t. m. E. c.), nè più si ripresentò a sera inoltrata, nè all'indomani; la trasparenza dell'atmosfera fu durante il crepuscolo e nel corso di tutta la sera veramente eccezionale.

Non fui in grado di notare alcun movimento nella zona, nè fluttuazioni di luce, ma constatai che la sua intensità luminosa, generalmente uniforme era attenuata leggermente nella regione circostante alla terza semionda (contando da Nord verso Est); col calar della sera l'apparizione si faceva più pallida e quando fu buio essa era già scomparsa.

Probabilmente il fenomeno era visibile, prima che io me ne accorgessi, perchè esso arrestò la mia attenzione non appena mi volsi per ritornare sul cammino già percorso, mentre prima, camminando secondo la corrente del fiume, avevo il fenomeno alle spalle.

La presenza in quei paraggi di correnti elettriche, provenienti da Terni ad altissima tensione (72,000 volts), mi fecero sorgere per un momento il dubbio che la curiosa apparizione di là traesse la sua origine, ma i Fisici non hanno finora constatato intorno a fili conduttori fenomeni luminosi paragonabili con quello ora descritto, nè le persone del paese, interrogate in presenza dell'apparizione, ricordavano d'aver mai veduto niente di simile.

La regione del cielo in cui la zona si è manifestata, il suo colore e la rapidità del dileguarsi fanno pensare all'Aurora boreale; per poter apparire in latitudini così lontane dal polo essa dovrebbe aver mostrato un'intensità considerevole in paesi più nordici, perciò prima di fare altre congetture, conviene attendere le notizie di osservatori più settentrionali, che aiutati dagli strumenti, avranno potuto precisare meglio il luogo dell'apparizione ed esaminare spettroscopicamente la qualità della sua luce. GUIDO HORN

Osservatorio Astronomico della R. Università di Bologna, 1912 ottobre 5.

Appunti bibliografici.

Observations of tree hundred and twentyeight Variable Stars during the years 1906-1910. — *Annales of the Astronomical Observatory of Harvard College.* Vol. LXIII P. I. Prepared for publication by LEON CAMPBELL under the direction of E. C. PICKERING. Cambridge 1912. 4 to pp. 142. L. 6,50. — Sono circa 23,000 osservazioni di stelle variabili (328) a lungo periodo, osservate dall'Osservatorio di Harvard o comunicate da altri astronomi.

In una breve prefazione il prof. Pickering espone il piano di osservazione seguito da trent'anni a questa parte.

Le osservazioni, incominciate nel 1889, sono andate man mano aumentando così che, mentre dal 1889 al 1905 furono 21.500, negli ultimi cinque anni raggiunsero la cifra di 23.000.

Per ogni osservazione sono dati l'anno, il giorno giuliano, il decimo di giorno trascorso dal mezzogiorno in tempo medio di Greenwich, la grandezza stimata, il nome dell'osservatore e lo scarto della stima, prendendo per base la curva media ottenuta dalle osservazioni della " Variable Star Section „ della *British Astronomical Association*.

Sono dati inoltre il numero che la Variabile porta nella B. D., lo spettro delle Variabili ed altri tre dati che mostrano il grado di concordanza raggiunto nelle osservazioni e cioè: Il numero degli scarti maggiori di una grandezza, il numero di quelli minori, ed il valore medio di questi ultimi. *bmp.*

Fenomeni astronomici notevoli nell'anno 1913.

Crediamo opportuno annunziare fin d'ora i fenomeni più cospicui che avverranno nel 1913, riservandoci di diffonderci maggiormente su ciascuno di essi a suo tempo. Avvertiamo che le ore indicate sono espresse in tempo medio civile dell'Europa Centrale e che per quanto riguarda i dati relativi alle occultazioni di stelle e pianeti dietro la Luna, moltissimo dobbiamo alla cortesia del consocio sig. Rodolfo Pirovano, *il quale si assunse il faticoso incarico di calcolare le circostanze esatte delle più notevoli occultazioni dell'anno prossimo, per 6 località italiane.*

Ecclissi di Sole e di Luna.

Nell'anno 1913 avverranno tre ecclissi di Sole e due di Luna.

22 Marzo. — *Ecclisse totale di Luna,* invisibile in Italia. Sarà osservabile da $10^h\,16^m$ a $15^h\,39^m$ nell'America settentrionale, nelle regioni occidentali dell'America del Sud, sull'Oceano Pacifico, nell'Australia, nelle regioni orientali dell'Oceano Indiano e nell'Asia (fuorchè nella Persia, nell'Arabia e nell'Asia Minore). La grandezza della fase massima sarà di 1,576 diametri lunari ed avverrà a $12^h\,58^m$.

6 Aprile. — *Ecclisse parziale di Sole,* invisibile in Italia. Sarà osservabile nelle regioni nord-orientali estreme dell'Asia, in quelle nord-occidentali dell'America settentrionale, nella parte più boreale dell'Oceano Pacifico e nelle terre polari artiche. La grandezza massima dell'ecclisse sarà di 0,426 diametri solari. L'ecclisse durerà sulla Terra, da $16^h\,55^m$ a $20^h\,12^m$.

31 Agosto. — *Ecclisse parziale di Sole,* invisibile in Italia. Sarà osservabile nel Labrador, in Groenlandia e nella parte settentrionale dell'Oceano Atlantico. La grandezza massima sarà di 0,153 diametri solari. L'ecclisse durerà da $21^h\,2^m$ a $22^h\,42^m$.

15 Settembre. — *Ecclisse totale di Luna*, invisibile in Italia. Sarà osservabile da $13^h\,46^m$ a $16^h\,57^m$ in quasi tutta l'America settentrionale e centrale, sull'Oceano Pacifico, nell'Australia, nell'Asia (fuorchè nell'Asia Minore) e sull'Oceano Indiano. La grandezza della fase massima sarà di 1,435 diametri lunari ed avverrà a $13^h\,48^m$.

30 Settembre. — *Ecclisse parziale di Sole,* invisibile in Italia. Sarà osservabile nelle regioni sud-orientali dell'Africa, nell'isola di Madagascar, nella parte meridionale dell'Oceano Indiano e delle terre polari antartiche. La grandezza massima sarà di 0,825 diametri solari. L'ecclisse durerà da $3^h\,56^m$ a $7^h\,36^m$.

Occultazioni di stelle e pianeti dietro la Luna.

Circostanze approssimate per Torino.

Data	Astro occultato	Immersione			Emersione		
		Ora	Angolo Polo	Altezza	Ora	Angolo Polo	Altezza
28 Gennaio	α Vergine	$2^h\ 7^m$	126°	19°	$3^h 15^m$	308°	27°
13-14 Marzo	π Toro	23 48	40	7	0 27	304	1
23 Marzo	α Vergine	21 38	92	11	22 29	338	19
23 Aprile	π Scorpione	3 46	116	16	4 58	271	10
2 Maggio	*Marte*	8 19	61	39	9 19	240	42
17 Maggio	α Vergine	16 50	83	1	17 38	338	8
1 Settembre	π Toro	Appulso verso $2^h 50^m$ a 6′ dal lembo; ang. polo 156°					
11 Dicembre	π Toro	" " 22 42 a 0′,5 " ; " 167°					

Per chi osserva con un cannocchiale che inverta le imagini, l'angolo al polo dev'essere contato sul disco lunare a partire dal punto più basso, nel senso inverso a quello delle lancette dell'orologio.

Nella 5ª e nell'8ª colonna sono indicate le altezze *apparenti* dell'astro occultato, rispetto all'orizzonte di Torino.

Corso dei pianeti.

Mercurio si renderà visibile ad occhio nudo all'incirca per 5 o 6 giorni prima e dopo delle epoche delle sue massime digressioni, che avverranno alle date seguenti:

Massime digressioni *orientali* (crepuscolo *serotino*): 11 marzo, 7 luglio e 2 novembre.

Massime digressioni *occidentali* (crepuscolo *mattutino*) 25 aprile, 22 agosto e 11 dicembre.

Passerà in notevole congiunzione con la Luna alle date seguenti: 9 marzo, 6 luglio, 31 ottobre; con δ Scorpione il 1° novembre e con β Scorpione il 15 dicembre.

Venere nel primo trimestre splenderà come stella vespertina (*Vespero*). Raggiungerà il massimo splendore il 19 marzo, secondo il *Nautical Almanac* (1).

Passerà in congiunzione inferiore col Sole il 25 aprile. In maggio ricomparirà nel crepuscolo mattutino (*Lucifero*), e raggiungerà nuovamente il massimo splendore il 31 maggio, secondo il *Nautical Almanac* (1). Dal luglio in poi si renderà sempre meno visibile, immergendosi ognor più nei bagliori solari. Passerà in notevole congiunzione con la Luna alle date seguenti: 11 gennaio, 10 febbraio, 11 marzo, 1° giugno, e con α Toro il 17 luglio.

Marte nel primo semestre si renderà visibile verso levante, prima del nascere del Sole; nel secondo semestre potrà osservarsi durante quasi tutta la notte. Passerà in notevole congiunzione con Saturno il 24 agosto, con Urano il 26 febbraio e con la Luna alle date seguenti: 3 febbraio, 4 marzo, 3 aprile,

(1) Secondo il *Berliner Jahrbuch* Venere raggiunge il massimo splendore il 19 marzo e il 30 maggio; secondo la *Connaissance des temps* il 23 marzo e il 25 maggio; secondo le formole di Enzo Mora (V. *Rivista*, anno V, num. 8, pag. 335) il 4 marzo a 5^h (intensità 1,034) e il 15 giugno a 12^h (intensità 0,929).

2 maggio, 31 maggio, 29 giugno, 28 luglio, 25 agosto, 23 settembre, 22 ottobre, 18 novembre e 15 dicembre.

Giove, nella costellazione *Sagittario*, si potrà osservare dal febbraio in poi, dapprima nel crepuscolo mattutino, poi (nella primavera e nell'estate) durante quasi tutta la notte, indi (in settembre) nella prima metà della notte, e nell'ultimo trimestre non si mostrerà più che nel crepuscolo serotino. Raggiungerà la quadratura occidentale il 7 aprile, l'opposizione il 5 luglio e la quadratura orientale il 3 ottobre. Passerà in notevole congiunzione con la Luna alle date seguenti: 2 marzo, 30 marzo, 26 aprile, 23 maggio, 20 giugno, 17 luglio, 13 agosto, 9 settembre, 3 novembre, 1° dicembre.

Saturno, nella costellazione *Toro*, si mostrerà durante quasi tutta la notte in gennaio e febbraio; anticipando di giorno in giorno l'ora del suo tramonto, si renderà visibile solo nel crepuscolo serotino durante marzo e aprile. Il 29 maggio passerà in congiunzione col Sole. Ricomparirà al mattino in luglio, si mostrerà nella seconda metà della notte in agosto e settembre, poi durante quasi tutta la notte, raggiungendo l'opposizione col Sole il 7 dicembre. Passerà in notevole congiunzione con la Luna alle date seguenti: 18 gennaio, 14 febbraio, 14 marzo, 29 luglio, 26 agosto, 22 settembre, 19 ottobre, 16 novembre e 13 dicembre. L'anello di Saturno ci presenterà la sua faccia australe.

Urano, nella costellazione *Capricorno*, raggiungerà la congiunzione col Sole il 24 gennaio, la quadratura occidentale il 28 aprile, l'opposizione il 29 luglio e la quadratura orientale il 27 ottobre. Potrà osservarsi (col cannocchiale) dal maggio all'ottobre.

Nettuno, tra le costellazioni *Gemelli* e *Cancro*, sarà in opposizione col Sole il 15 gennaio, in quadratura orientale il 13 aprile, in congiunzione il 19 luglio ed in quadratura occidentale il 22 ottobre. Si potrà osservare (col cannocchiale), nel primo e nell'ultimo trimestre dell'anno.

Comete periodiche.

Nel 1913 si aspetta il passaggio al perielio delle seguenti comete di constatata periodicità:

Cometa De Vico-E. Swift, apparsa nel 1678: di essa vennero osservati due ritorni (1844, 1894). La durata della sua rivoluzione è di anni 6,40; dovrebbe raggiungere il perielio nel dicembre 1913.

Cometa Finlay, scoperta nel 1886; si conoscono altre due apparizioni (1893, 1906). Durata della rivoluzione: anni 6,54: prossimo atteso passaggio al perielio: marzo 1913.

Cometa Holmes, scoperta nel 1892; osservata di poi altre due volte (1899, 1906). Durata della rivoluzione: anni 6,86; passerà al perielio in gennaio 1913.

Fenomeni astronomici nel mese di gennaio 1913.

(Le ore indicate sono espresse in T. M. C. dell'E. C.).

Il *Sole* passerà al *perigeo* (minima distanza dalla *Terra*) il 1° gennaio a 3^h: la sua distanza da noi sarà di 23046 raggi terrestri equatoriali, pari a 146'995 migliaia di km. Entrerà nel segno *Aquario* il 20 a 16^h 19^m.

Fasi della *Luna*:

Luna nuova	il 7	a 11^h	28^m
Primo quarto	„ 15	„ 17	2
Luna piena	„ 22	„ 16	40
Ultimo quarto	„ 29	„ 8	34
Apogea	„ 11	„ 2	
Perigea	„ 23	„ 12	

Nella notte 22-23 la Luna presenterà un notevole ed insolito splendore, trovandosi prossima al plenilunio e nello stesso tempo al perigeo. Alle ore 12 del 23 disterà dalla Terra 56,107 raggi equatoriali terrestri, pari a circa 35786 miriametri.

Mercurio si mostrerà nel crepuscolo mattutino dei primi 2 o 3 giorni (diametro equatoriale apparente 6") per poi immergersi nei bagliori solari; passerà al nodo discendente alle ore 15 del giorno 11 ed all'afelio alle ore 21 del giorno 21.

Venere sarà visibile alla sera, verso ponente, nelle costellazioni *Capricorno* e *Aquario* (diam. equat. appar. da 18 a 22"). Passerà nelle vicinanze della Luna la sera del giorno 11, ed al nodo ascendente alle ore 16 del giorno 29. Porzione illuminata del disco, il 15 gennaio: 0,641.

Marte si potrà osservare col cannocchiale al mattino, prima del nascere del Sole, nelle costellazioni *Scorpione* e *Sagittario* (diam. equat. appar. 4"). Porzione illuminata del disco, il 15 gennaio: 0,985.

Giove si potrà ancora osservare per poco al mattino, verso levante, nella costellazione *Sagittario* (diam. equat. appar. 32").

Saturno sarà visibile durante quasi tutta la notte nella costellazione *Toro* (diam. equat. appar. da 20" a 19"); passerà nelle vicinanze della Luna la sera del 17 e sarà stazionario alle ore 18 del giorno 28. L'anello ci presenterà la faccia australe.

Urano passerà in congiunzione col Sole alle ore 3 del 24 ed all'apogeo alle ore 0 del 25; sarà inosservabile in tutto il mese.

Nettuno, nella costellazione *Gemelli*, potrà osservarsi col cannocchiale durante tutta la notte (diam. equat. appar. 3",6). Passerà in opposizione col Sole alle ore 9 del giorno 15, al perigeo alle ore 12 dello stesso giorno ed in *notevole congiunzione* con la Luna a 3^h 7^m del 22, mostrandosi in quell'istante 5° 24' al sud del nostro satellite.

Il 28 gennaio si potrà osservare l'*occultazione* della stella α Vergine (*Spica*, grandezza 1,1) dietro la Luna.

Secondo i calcoli molto accurati, eseguiti dal nostro consocio sig. RODOLFO PIROVANO partendo dagli elementi del *Nautical Almanac*, l'interessante fenomeno avverrà nelle seguenti circostanze:

Località	Immersione			Emersione		
	Ora	Angolo al polo	Altezza sull'orizz.	Ora	Angolo al polo	Altezza sull'orizz.
Torino	2^h 6^m 43^s	126°	19°	3^h 14^m 31^s	308°	27°
Milano	2 7 52	122	29	3 15 51	311	28
Firenze	2 9 7	124	22	3 18 22	310	30
Roma	2 10 4	128	24	3 20 21	308	32
Napoli	2 11 38	128	26	3 22 53	308	34
Catania	2 13 23	137	29	3 25 8	302	37

In *Italia* l'*immersione* avverrà fra $2^h 6^m$ (Alpi occidentali) e $2^h 20^m$ (Terra d'Otranto) e l'*emersione* fra $3^h 14^m$ e $3^h 27^m$.

La Luna sarà nel suo 21° giorno, quindi prossima all'ultimo quarto; all'ora del fenomeno si troverà ad est del meridiano; la stella scomparirà dietro il lembo illuminato del nostro satellite e ricomparirà dal lembo invisibile.

Dal 2 al 3 gennaio osservare le *Quadrantidi*, stelle cadenti rapide, a strascico, con radiante vicino a β Boote. Altri sciami di stelle cadenti, meno notevoli, si potranno osservare nelle sere dei giorni seguenti: il 2, da ζ Cancro; dal 4 all'11, da N Chioma di Berenice; il 18, da ζ Corona boreale; il 28. da α Corona boreale; dal 1° al 31, da 63 Cocchiere.

Nel mese di gennaio 1913 si attende il passaggio al *perielio* della *cometa Holmes*.

Fiorenzo Chionio.

Pubblicazioni ricevute.

Ing. Luigi Peserico. – I cataclismi geologici. Libro secondo: L'Alta Atmosfera, i Climi e le Cause del presente Equilibrio (Vicenza, 1912).

D. Lucas, S. J. et F. Willaert, S. J. — L'éclipse de soleil du 17 avril 1912 observée au *Laboratoire du Collège de N.-D. de la Paix* a Namur (Extrait de la *Revue des Questions scientifiques*, Louvain, juillet 1912).

Dott. Gamba Pericle — Risultati dei lanci di palloni-sonda e palloni-piloti, effettuati nel R. Osservatorio geofisico di Pavia nel 1909 (Estratto dagli *Annali dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica*, vol. XXXIII, parte I, 1911; Roma, 1912).

G. Agamennone e A. Cavasino. — Le registrazioni sismiche nel R. Osservatorio Geodinamico di Rocca di Papa nell'ultimo dodicennio (Budapest, 1512).

A. Cavasino. — Intorno al catalogo internazionale dei macrosismi (Budapest, 1912).

Cap. G. A. Crocco. — Sulla stabilità laterale degli aeroplani (*Rendiconti delle esperienze e degli studi eseguiti nello Stabilimento di esperienze e costruzioni aeronautiche del Genio*, anno II, N. 3; Roma, 1912).

P. Sokolow. – Oppositionsephemeride des Planeten (78) Diana, für das Jahr 1912 (Engelhardt-Sternwarte, 1912).

Giorgio Aletti. — Il diametro di Nettuno (Estratto dalle *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*, Vol. I, Serie 2ª, Anno 1912.

Th. Wittram. — Beobachtungen von Sternbedeckungen während der totalen Mondfinsterniss am 16 November 1910 (Petersburg, 1912).

Francisco Rincon Gallardo. — Quelques considérations sur les fausses queues des comètes (Paris, 1912) (Dono del Socio *Luigi Armellini fu Giacomo*, di Tarcento).

G. Silva ed E. Padova. — Osservazioni sulle comete 1911 *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, fatte nella Specola di Padova (Estratto dagli *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Tomo LXXI, parte seconda; Venezia, 1912).

Sac. dott. Romano Pilotto: Le comete (Estratto da *L'Angelo del Focolare*, a. XII, n. 14, 15, 16, 17; Treviso, 1912).

E. Padova: Osservazioni fotometriche di stelle variabili eseguite alla Specola di Padova. (Estratto dalle *Memorie della Società degli spettroscopisti italiani*, vol. I, serie 2ª, anno 1912).

Università popolare di Firenze. XII anno scolastico: 1911-1912. Programma dei corsi (Firenze, 1911). (Dono del prof. A. Andreini).

Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory: No. 59: The three-prism stellar spectograph of the Mount Wilson Solar Observatory, by WALTER S. ADAMS — No. 60: The effect of pressure upon electric furnace spectra. Second paper, by ARTHUR S. KING.

M. A. GRATSCHEW: Definitive resultate von den Polhöhen-Beobachtungen auf der Kaiserl. Universitäts-Sternwarte zu Kasan, von 1892 bis 1901, mit einem Anhang: Declinationen und Eigenbewegungen von 118 Sternen; mit 2 tafeln. (Kasan, 1911).

Premi ed onorificenze.

Concorso al "Premio Stambucchi Astronomo„ presso il R. Osservatorio Astronomico di Milano. — Il *Bollettino ufficiale* del Ministero della P. I. ha pubblicato il seguente avviso:

Il premio biennale " Stambucchi Astronomo „ sarà conferito ad una Memoria di astronomia scritta in italiano o in latino, di autore italiano, uscita nel biennio al quale il premio si riferisce e dall'autore inviata al Direttore del R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano, con esplicita dichiarazione che con essa si intende concorrere al premio in questione.

Sono escluse dal concorso le Memorie manoscritte e inoltre le Memorie stampate, delle quali gli autori siano direttori di una Specola governativa.

Scadenza il 31 dicembre 1912 a ore 15. Premio L. 750.

Personalia.

L'astronomo dott. Vittorio Balbi è stato trasferito per sua domanda dall'Osservatorio astronomico della R. Università di Torino a quello della R. Università di Catania dal 1° novembre 1912.

Nuove adesioni alla Società.

Federigo Giolli, Colonia Arnaldi in Uscio (Genova). — Francisco Rincon Gallardo. Parigi.

Errata-Corrige.

Pag.	riga	in luogo di	leggi
727	34	*spaziose*	*graziose*
727 nota,	1ª	*Ration, Divinor, Officior*	*Rationale, Divinorum, Officiorum*
" "	3	*Sacerdotes comnuptum*	*Sacerdotis computum*
728 nota 2ª	11	*antiquo*	*antiqua.*
731	14	*Sanguineus aer*	*Sanguineus-aer.*

I soci che non abbiano ancora ricevuto il Diploma Sociale, sono pregati di farne richiesta, inviando al Tesoriere della Società **L. 0,45** (**0,75** per l'estero).

BALOCCO TOMMASO *gerente responsabile.*

Torino, 1912 — Stabilimento Tipografico G. U. Cassone succ., via della Zecca, n. 11